

BETON

NUMMER 3

AUGUST

2013

TEMA:

BETON MED FACON

Læs om betons formbare natur



side 8

16

ARKITEKTER
TÆNKER RUNDT

Mange runde huse skyder op

22

SVENDESTYKKE
FOR UNIK BETON

Fantastisk konstruktion i Aarhus

34

VINDMØLLETÅRNE
AF BETON

200 meter høje tårne samles af betonringe



Hvornår er *godt nok* nok?

Cement, deklareret til lidt mere...

Vælg kvalitet – **ud over almindelig EN-standard..!**



Cementstandarden EN 197-1 er netop revideret og får effekt fra juli 2013. Hos Aalborg Portland kan du være mere end sikker på, at vores cementtyper lever op til de fremtidige krav – og lidt til.

Aalborg Portlands cementtyper er nemlig fortsat deklareret til et højere niveau end kravene i cementstandarden.

Det betyder ekstra sikkerhed for dig i din produktion og for dine betonprodukter. Det betyder også mindre variation, der øger muligheden for optimering i din produktion.

På den måde bliver "godt nok" lidt bedre...

Aalborg Portland A/S

Telefon 9816 7777

Telefax 9810 1186

sales@aalborgportland.com

www.aalborgportland.dk



aalborgportland

CEMENTIR HOLDING

NU KOMMER DEN SPÆNDENDE ARKITEKTUR

'100 mio. kr. smidt i unik beton - men kun få resultater'. Sådan skrev Ingeniøren om de danske bestræbelser på at nå frem til industriel produktion af unikke betonkonstruktioner. Tilsyneladende i skuffelse over, at der ikke skyder det ene fantastiske hus efter det andet frem med dobbeltkrumme flader og masser af spændende former og faconer. 'Den spændende nye arkitektur lader vente på sig', stod der også i artiklen.

Enhver må naturligvis have sine egne visioner. Men det virker en smule naivt at forvente, at en fuldstændig ny tankegang indenfor betonbyggeri skulle slå igennem på bare seks år. Oven i købet i en tid, hvor byggeriet stort set har stået stille på grund af finanskrisen.

Mere rimeligt er det at argumentere for, at der faktisk er opnået ganske meget på området. Teknologi og processer er ved at være klar. Unikabeton er ikke længere tankespind, men en realiserbar mulighed.

Efter sommerferien begynder opførelsen af en over 100 kvadratmeter stor betonpavillon i Aarhus. Forskalling og armering fremstilles automatisk af industrirobotter på basis af en 3D-model af pavillonen, hvis form er svær at beskrive med ord.

Se den selv inde i bladet – det er ikke just en sædvanlig betonkonstruktion.

JAN BROCH NIELSEN | REDAKTØR

Betons formål er at fremme optimal og bæredygtig brug af beton og betonprodukter både teknisk, æstetisk, økonomisk og miljømæssigt. Det sker ved at orientere om udviklingen inden for betontechnologi og betonproduktion samt ved at udbrede kendskabet til betons anvendelsesmuligheder.

Beton udkommer fire gange årligt i februar, maj, august og november i et distribueret oplag på 5.500.

UDGIVER:

Samvirket for udgivelse af bladet Beton

dansk beton



DANSK
BETONFORENING

REDAKTION:

Jan Broch Nielsen (ansvarshavende)
redaktionen@danskbeton.dk
Tlf. 57 80 78 69

ABONNEMENT OG ADMINISTRATION:

Dansk Byggeri
Nørre Voldgade 106, postboks 2125
1015 København K
Anette Berrig, abg@danskbyggeri.dk
Tlf. 72 16 01 91

ANNONCER:

Media-People
Ole Bolvig Hansen
annoncer@danskbeton.dk
Tlf. 39 20 08 55, fax 39 20 08 65

GRAFISK PRODUKTION:

KLS Grafisk Hus A/S

FORSIDEFOTO:

Jan Broch Nielsen

ABONNEMENTSPRIS:

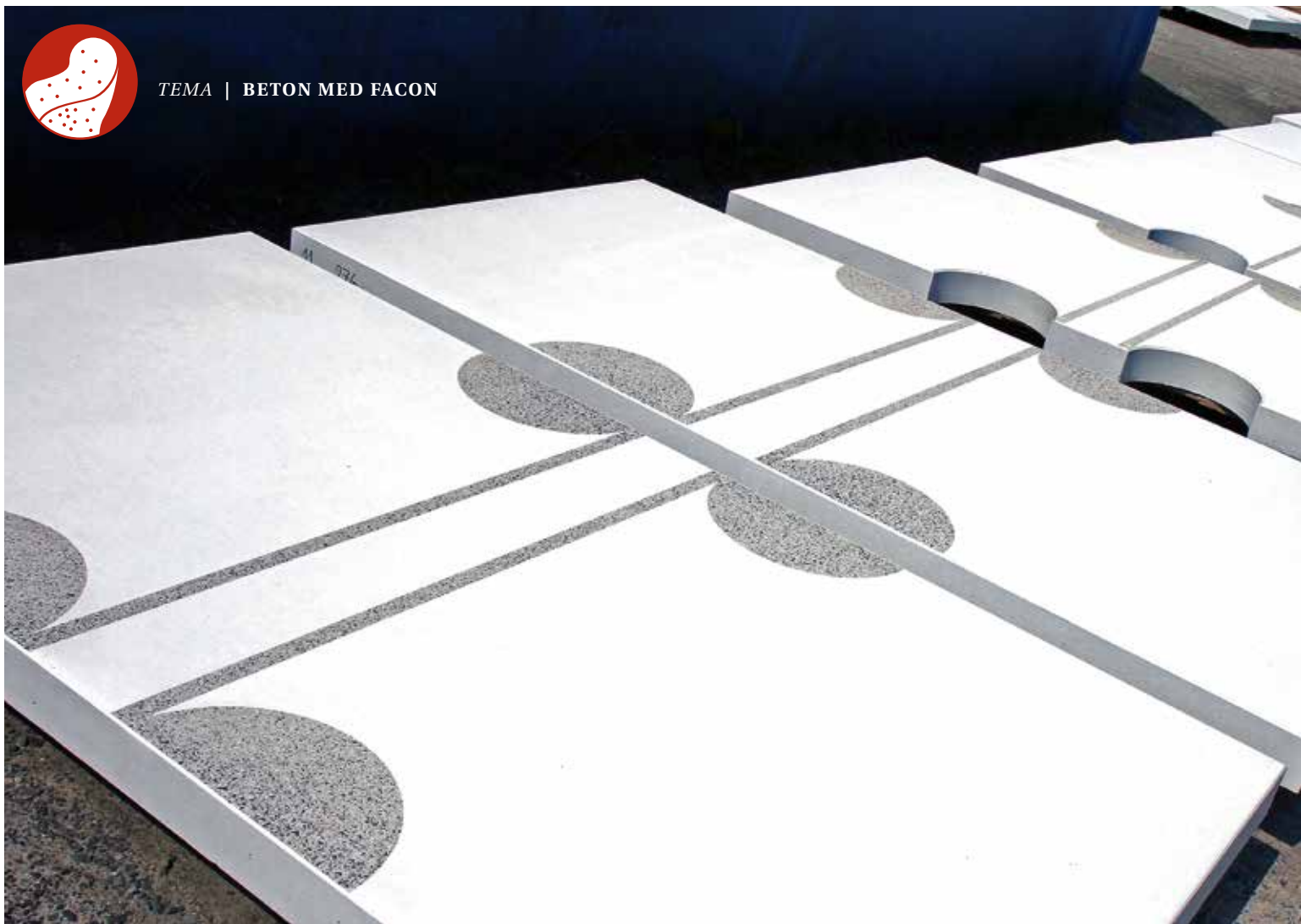
Indland, kr. 210,- ekskl. moms (4 numre)
Udland, kr. 260,- (4 numre)
Løssalg, kr. 65,- ekskl. moms

ISSN 1903-1025

www.danskbeton.dk

INDHOLD:

NU KOMMER DEN SPÆNDENDE ARKITEKTUR	3
TEMA: BETONPALISADE SKAL OMKRANSE HARALD BLÅTANDS JELLING	4
TEMA: KNOLDEBRO AF BETON	6
TEMA: BETONKVINDER PÅ HJUL BESØGTE HOVEDSTADEN	8
TEMA: BØRN ELSKER LEGESKULPTURER AF BETON	10
TEMA: BYG ET HUS MED UNIKKE BETONELEMENTER	12
TEMA: RUNDT BETONBYGGERI ER I VÆLTEN	16
TEMA: DANSKE ELEMENTFORME TIL HELE VERDEN	20
TEMA: SVENDESTYKKET	22
TEMA: NY HÆDER TIL RABALDERPARKEN	28
ET BEHAGELIGT ARBEJDE MED BETON	30
BRUTALISTISK BETON PÅ VEJ MOD FREDNING	32
VINDMØLLETÅRNE AF BETONELEMENTER TÆT PÅ GENNEMBRUD	34
NYT FRA: AALBORG PORTLAND	37
NYT FRA: BETONELEMENT-FORENINGEN	40
NYT FRA: TEKNOLOGISK INSTITUT	44
NYT FRA: DANSK BETONFORENING	46



Betonpalisade skal omkranse Harald Blåtands Jelling

TEMA: BETON MED FACON

Magasinet Beton ser i dette nummer nærmere på al den spændende beton, der er rund, krum, skulpturel eller på anden måde har en særlig facon – lige som vi ser nærmere på potentialet for unikke betonkonstruktioner.

Store fliser og betonsøjler skal være med til at fortælle den fantastiske historier om Kongernes Jelling



↑ Fliserne til palisaden i Jelling måler 1,2 gange 2,4 meter.



◀ »I forbindelse med palisaden har vi været igennem mange dialoger med kunstneren, som ikke har arbejdet med beton før«, siger direktør Jørgen Lauritsen fra Aarhus Cementvarefabrik, der udelukkende laver specialprodukter efter ordre.



↑ I alt 280 tilspidsede betonsøjler skal illustrere den træpalisade, som arkæologerne fandt i 2006.

I 2006 fandt arkæologerne spor af en kraftig palisade, der har omkranset skibssætningen og de store gravhøje i Jelling på Harald Blåtands tid for over tusind år siden. Nu får Jelling Monumenterne en ny palisade – og denne gang af beton. Det sker i forbindelse med, at Vejle Kommune realiserer en helhedsplan, der skal flytte trafikken fra området og skabe langt bedre muligheder for at opleve den fantastiske historie.

Kristine Jensens Tegnstue har udarbejdet planen for området sammen med kunstneren Ingmar Cronhammar. Aarhus Cementvarefabrik har fået opgaven med at levere betonfliser og -søjler til den ny palisade.

»Det er en meget spændende og krævende opgave, hvor kvaliteten skal være meget høj«, fortæller direktør Jørgen Lauritsen fra virksomheden.

384 betonsøjler

Palisadens forløb omkring et område på cirka 360 gange 360 meter – en del helt

inde mellem byhusene - skal markeres med store betonfliser på ikke mindre end 1,2 m gange 2,4 meter. Fliserne har et særligt mønster på overfladen udført med graphic concrete. Nogle af fliserne har udsparinger til de i alt 280 tilspidsede betonsøjler, der skal illustrere selve palisaden. Søjlerne er henholdsvis 3,55 meter og 4,9 meter lange, og de er 30 centimeter i diameter.

Opgaven er typisk for Aarhus Cementvarefabrik, som står for IBF's produktion af specialprodukter.

»Vi er en ordreproducerende virksomhed og har tit et tæt samarbejde med arkitekter og landskabsarkitekter om form og overflade. Derfor har vi også meget håndarbejde, så vores produkter ligger i den eksklusive ende af markedet for betonvarer«, siger Jørgen Lauritsen, som tilføjer, at det ofte er krævende at realisere arkitekters og kunstneres forventninger.

»I forbindelse med palisaden har vi været igennem mange dialoger med

kunstneren, som ikke har arbejdet med beton før. Fx skulle vi finde den helt rigtige affasning af kanten på søjlernes skrånede flade, der er ellipseformet«, fortsætter Jørgen Lauritsen.

Tendens: Store fliser

Aarhus Cementvarefabrik har nok at lave, så leveringstiderne kan blive forholdsvis lange.

»En tendens lige nu er meget store fliser, og vi mærker tydeligt, at markedet er ved at være træt af dårlig kinesisk granit. Flere og flere foretrækker beton, når de først finder ud af, hvor god kvaliteten kan være«, tilføjer Jørgen Lauritsen.

Aarhus Cementvarefabrik har da også mange prestigebyggerier på referencelisten. Virksomheden har således leveret betonvarer til Orangeriet på Fredensborg Slot, DR-Byen, Det Kongelige Bibliotek, Øregård Gymnasium, Aarhus Musikhus, ARoS og Københavns Universitet.

jbn



KNOLDEBRO AF BETON

Det ligner klassisk knoldebro af marksten, men det er beton. Farum Græsarmering fra Farum Beton er et nyt produkt på markedet, der i den grad er beton med facon. Fliserne måler 40 gange 40 gange 8 centimeter og giver mulighed for cirka 25 procent græs. Erstatte man græsset med fx skærver, kan belægningen bruges til lokal afledning af regnvand. Farum Græsarmering er testet og godkendt til almindelige personvogne.



Wiking® polypropylen-fibre til betonindustrien

Wiking® polypropylen-fibre er et alternativ til revnekontrollerende stålfibre, uden risiko for korrosion.

Fibrene øger slagstyrken, bøjestykken og strækvevnen i betonen og fungerer som brandhæmmer i tunnelbyggeri.

Danish Fibres har mere end 40 års erfaring med polypropylen-fibre. Vi er særdeles fleksible og kan tilpasse produktionen hurtigt efter kundernes behov og krav - både hvad angår leveringssikkerhed og logistik m.m.

Danish Fibres A/S producerer til følgende områder:

- Betonelementer (mikro- og makrofibre)
- Spartelmasse og fugefylder
- Betongulve
- Tunneler
- Betonrenovering
- Mørtel
- Fliseklæber
- Grundpuds



Kontakt salgschef
Bo Gyldenbergh
på **88 38 98 90** eller
bg@danishfibres.dk

Wiking 18 µm
og 4050 er
CE-certificerede.



Danish Fibres

Danish Fibres A/S · Snedkervej 1 · 6800 Varde
Tlf. 88 38 98 90 · www.danishfibres.dk



IP-PIR isolationspaneler
Tyndere elementer
Bedre isoleret

= 0,023 W/mK

Tel. : +32 56 43 89 42, danmark.isolering@recticel.com, www.recticelinsulation.dk



Fabriksbeton



Færdige betonelementer



Betonvarer



Dyckerhoff PZ Dreifach **DK** CEM I 52,5 N



DS/INF 135-1

Dyckerhoff har specielt for Danmark udviklet denne særlige cement.

- **Stor ensartethed**
Ved hjælp af moderne produktionsteknik
- **Universelt anvendelig**
Ved hjælp af et bevidst valg af udgangsmaterialer
- **Økonomiske betonrecepter**
På grund af et aktivt samvirke mellem cement og tilsætningsmidler



Dyckerhoff **new!**
NANODUR – for UHPC
Ultra High Performance
Concrete – without
Silica fume

Dyckerhoff AG

Distribution Danmark, Postboks 2247, 65012 Wiesbaden, Tyskland
telefon +49 5481 31-327, fax +49 5481 31-590, dk@dyckerhoff.com



Dyckerhoff



BETONKVINDER

på hjul besøgte hovedstaden

Campingkvinder hedder en rullende installation, der tidligere har været rundt i Danmark og Norden. I juni kom den til København.





I juni kunne københavnere se Flygtningen, Bruden, Maria Beskytteren, Sirenen og Campingmama foran Aalborg Universitets campus i Københavns Sydhavn.

De fem forskellige kvindetyper er betonskulpturer, der er støbt på aldrende – men stadig trafikduelige – campingvog-

ne af den norske kunstner Marit Benthe Norheim. De var på besøg i anledning af åbningen af et nyt center på Institut for Læring og Filosofi med navnet reCreate (Research Center for Creative and Immersive Learning Environments).

Projektet hedder Campingkvinder, og

det er blevet til i samarbejde med komponist Geir Johnson, som står for den musik, der spiller i skulpturerne.

I slutningen af april overtog Det Humanistiske Fakultet på Aalborg Universitet Campingkvinderne, der nu har fået fast plads i Aalborg. Men kvinderne skal stadig ud at køre en gang i mellem under ledelse af Marit Benthe Norheim

Marit Benthe Norheim oplyser, at de fleste af hendes arbejder er modelleret i beton over specialbygget armering, som i nogle tilfælde er genbrug – som fx campingvognene.

»Rationaliteten og fleksibiliteten i betonen gør at jeg altid kommer tilbage til dette materiale, som også giver mulighed for kort vej mellem tanke og handling. Jeg har 25 års erfaring med jern og betonkonstruktioner og indgår altid samarbejde med ingeniør og betonkonsulenter ved større opgaver«, oplyser hun.

Kvinderne blev første gang vist frem, da Stavanger var europæisk kulturhovedstad i 2008. Siden har karavanebl.a. besøgt Reykjavik Arts Festival, KunstCenter Silkeborg Bad, Musikhuset i Aarhus, Aros i Aarhus og Heart i Herning.

jbn



↑ Skulpturerne støbes i en siliconeform, der støttes af en glasfiberskal.



↑ Lissy Boesen demonstrerer sit seneste produkt inden for byrumsdesign: Et system af siddemoduler, der kan kombineres med dyr.

Børn elsker legeskulpturer af beton

Bamser, skildpadder og katte af beton – de fleste kender Lissy Boesens op til 600 kg tunge lege-

skulpturer, der står på gader og i parker både i Danmark og adskillige lande i Europa.

Legeskulpturerne har en mangeårig historie. Lissy Boesen blev uddannet som arkitekt i 1978 og begyndte hurtigt derefter på det, der skulle blive en livslang passion.

»Det er dejligt at glæde andre«, siger

Lissy Boesen, der absolut ingen planer har om at holde op, selv om dåbsattesten siger født i 1942.

Skulpturerne er kendetegnet af en meget glat finish, der opnås ved at pudse og polere prototypen igen og igen. Støbningen sker i en siliconeform, der holdes på plads af en glasfiberskal – en metode, som Lissy Boesen i sin tid fik udviklet med hjælp fra det daværende Opfinderkontor på Teknologisk Institut.

En ny skulptur begynder med masser af skitser og små gipsmodeller. Og der bliver tænkt på produktionen allerede tidligt i forløbet.

»Der er to forhold at tage højde for ud

over selve designet. Skulpturen skal kunne afformes nemt, og regnvand skal nemt kunne løbe af«, siger Lissy Boesen.

Betonen er gennemfarvet med gode farver, og tilslaget er granit. Kvaliteten og holdbarheden er vigtig for Lissy Boesen, også selv om det gør produktionen forholdsvis dyr.

Produktionen sker i dag hos Aarhus Cementvarefabrik – men har i årenes løb været godt rundt i den danske betonverden. Den første producent var Leo Nielsen Elementfabrik (i dag Guldborgsund Elementfabrik), hvorefter fulgte Betonelement i Esbjerg, Hoffmann og Dragsholm Beton.

jbn

Mapei Shotcrete Test Centre

Nordens første fuldskala test-center for sprøjtebeton ligger i Nord-Odal tæt på Oslo.

Shotcrete Test Centre

- giver en enestående mulighed for produktudvikling
- producerer egen beton og udfører prøvesprøjtninger
- prøverne opfølges systematisk under kontrollerede forhold
- reducerer behovet for afprøvninger i igangværende anlægsarbejder
- anvender samme udstyr som i anlægsarbejder
- giver mulighed for uddannelse og træning af operatører





KUN EN VEJ FREM:

Byg et hus med unikke betonelementer

Nu må vi løbe risikoen og opføre en 'rigtig' bygning. Ellers bliver unikke betonkonstruktioner ikke til noget de næste 10 år, mener professor Karl Christiansen fra Arkitektskolen Aarhus.



⬆️ *»Hverken bygherre, entreprenør eller ingeniører tør for alvor binde an med en konstruktion af unikabeton, fordi det aldrig er prøvet i realistisk skala. Så før vi får en større bygning at henvise til, tvivler jeg på, at der sker ret meget«, siger professor Karl Christiansen fra Arkitektskolen Aarhus.*

D

en største barriere for nyskabende arkitektur med unikke betonkonstruktioner,

bløde former og krumme flader er forsigtighed i byggebranchen. Herhjemme er der aldrig opført en 'rigtig' bygning ved hjælp af de nye produktionsteknologier for unikabeton - og før det sker, tør ingen binde an med at føre teknologien ud i livet.

Det mener professor, arkitekt maa Karl Christiansen fra Arkitektskolen Aarhus. Han har i mere end 10 år arbejdet med at udforske mulighederne for industrielt at give beton et nyt arkitektonisk udtryk – uden at skulle betale formuer for håndbyggede forme og tømmerarbejde.

Dilemmaet er, mener Karl Christiansen, at ingen vil bruge unikabeton, før andre har vist, at det kan lade sig gøre. Så selv de mest kringlede arkitekturprojekter ender altid med at blive 'rettet ud' til den kendte teknologi før opførelsen.

»Egentligt er det enkelt. Arkitekterne vil meget gerne væk fra de rette linjer og plane flader. Men hverken bygherre,

entreprenør eller ingeniører tør for alvor binde an med en konstruktion af unikabeton, fordi det aldrig er prøvet i realistisk skala. Så før vi får en større bygning at henvise til, tvivler jeg på, at der sker ret meget«, siger Karl Christiansen og fortsætter:

»For at bryde dødvandet må nogen gå foran og sige, at nu gør vi det altså. Så må vi løse de praktiske problemer hen ad vejen. Små demonstrationsprojekter giver ikke tilstrækkelig tillid til, at det er realistisk i stor skala«.

Havnebyggeri uden visioner

Som eksempel peger Karl Christiansen på de mange bygninger, der opføres på de gamle havnearealer i Aarhus, som måske er den største byggeplads i Danmark for tiden. Her er masser af kanter, takker og former – men i bund og grund er havneprojekterne udtryk for traditionel tænkning, hvor man stabler præfabrikerede, retvinklede og plane elementer i et ortogonalt system – hvad man i princippet også kunne have gjort for 100 år siden.

»Det er tankevækkende, at Aarhus skal være Europæisk Kulturhovedstad i 2017 – og så kan man ikke komme op med noget mere nyskabende. Oven i

købet skjuler man som regel den robuste beton bag diverse facadematerialer«, siger han.

Brug for åbent samarbejde

Karl Christiansen er helt på den rene med, at det er lettere sagt end gjort, hvis der skal opføres en bygning efter de nye unikapricipper.

»Min vision er et åbent samarbejde mellem forsker, entreprenør, bygherre, ingeniør, arkitekt og betonproducent om en bygning af en vis størrelse. Måske et kulturbyggeri med finansiering fra nogle af de store fonde, for der skal være vilje til at løbe en risiko. Derefter skal alle parter i fællesskab blive ved, til opgaven er løst. Udgangspunktet skal være formen, og så må man løse udfordringer med fx armeringen hen ad vejen«, siger Karl Christiansen.

Alternativet er 10 år mere med demonstrationsprojekter og akademisk diskussion. Og hvorfor vente på det, når nu det er muligt at gå i gang.

En vej til eksport

»Jeg er helhjertet overbevist om mulighederne i at fremstille unikke betonkonstruktioner med de teknikker, vi allerede

Fortsætter på side 14



Beton kan få alle faconer, mener Karl Christiansen, der har støbt dette lille betonelement som led i sin forskning.



↑ *Karl Christiansen er helhjertet overbevist om mulighederne i at fremstille unikke betonkonstruktioner med de teknikker, der allerede er til rådighed.*

Fortsat fra side 13

har til rådighed. På længere sigt vil det næppe blive dyrere at bygge end i dag, fordi computere og robotter vil løse opgaven med forme og armering. Faktisk kan jeg godt forestille mig, at det kan blive et dansk eksporteventyr at sende filer rundt i verden til robotproduktion af forme og ar-

mering, som man så kan bruge til lokalt at støbe elementer», siger Karl Christiansen.

Med andre ord ligger fremtiden i industrielt produceret mangfoldighed og ikke ensartethed. Det passer godt til en kombination af informationsteknologi, robotter og beton.

For med Karl Christiansen ord har beton ingen facon – eller alle faconer. Det er udelukkende støbformen, der bestemmer såvel form som overflade.

jbn

Nyt betonværksted på arkitektskole

Arkitektskolen Aarhus har etableret et nyt betonværksted, hvor de studerende langt bedre end før kan prøve kræfter med betons mange muligheder. Værkstedet har både blander, vibrationsbord og en stor industrirobot til at udskære betonforme i polystyren.

Den store, seksaksede robot kan udskære meget komplekse forme med en glødetråd, herunder dobbeltkrumme overflader. Såvel blander som vibrator er i mindre skala, men perfekt i størrelsen til opgaven, mener professor, arkitekt maa Karl Christiansen, der er drivkraften bag det nye betonværksted.

”Det er vigtigt, at de studerende kan arbejde konkret med materialerne. Det giver en helt anden fornemmelse for, hvad man kan opnå», siger Karl Christiansen.

Arkitektskolen har også både træ- og metalværksted med bl.a. laserskærer og en vandstråleskærer, der nemt skærer gennem både stål, glas og beton i seriøse dimensioner.

jbn



Det nye betonværksted på Arkitektskolen Aarhus har, hvad der skal til – i en passende studie-størrelse som denne blander.



Det er hårdt at være bro



Hårde vejrpåvirkninger, store udsving i temperaturen, påvirkning af salte og en hård fysisk belastning fra tung trafik. Det er bare nogle af de barske faktorer, der gør broer til de mest udsatte betonkonstruktioner i Danmark.

Læg dertil, at de samfundsmæssige konsekvenser af skader på betonbroer ofte er store i form af bl.a. trafikafbrydelser og øgede sikkerhedsforanstaltninger. Så ved du, hvorfor det giver ualmindelig god mening at tænke optimal overfladebeskyttelse ind i ethvert broprojekt – og vel at mærke allerede i designfasen. En bro, der får påført overfladebeskyttelse fra starten, kan nemlig bedre modstå indtrængning af klorider og påvirkninger fra frost/tø.

Hos BASF finder du et stærkt og vel-dokumenteret program af produkter til både reparation og beskyttelse af broer.

Programmet indeholder eksempelvis hele fire forskellige typegodkendte systemer til overfladebehandling, grundere til fugtisolering samt kunststofbelægning. Disse systemer og produkter har alle dokumenterede specifikke egenskaber, der er med til at sikre en høj kvalitet og lang levetid for enhver brokonstruktion.

Typogodkendelser

En lang række af BASF's broprodukter er UFS-typegodkendt af Vejdirektoratet (DS 2426), og vores reparationsmørtler er alle CE-mærkede i henhold til DS/EN 1504-3.

Kontakt produktchef **Jørgen Krogh** på tlf. **4056 6202** eller **joergen.krogh@basf.com**, og hør om det store program inden for reparation og beskyttelse af broer og andre betonkonstruktioner.

www.basf-cc.dk



RUNDT BETONBYGGERI ER I VÆLTEN

Selv om det ofte bliver dyrere, fortrækker mange arkitekter og bygherrer runde og organiske former



R

unde former præger mange aktuelle byggeprojekter i en grad, så man skulle tro, at der har ligget passere og kurvelinealer under juletræet hos de danske arkitekter det sidste par år.

Produktionschef Brian Knudsen fra Fårup Betonindustri A/S bekræfter,

at der er stor interesse for krumme betonelementer. Men der er også udfordringer, for krumme elementer er i sagens natur vanskeligere af producere.

»Krumme elementer betyder først og fremmest en større formudgift. Afhængigt af antal koster en krum form mellem to og fem tusinde kroner pr. kvadratmeter af det største element«, siger Brian Knudsen.

Andre udfordringer er, at det kan være nødvendigt at valse armeringen, hvis elementet skal krumme meget. Det øger også prisen. Og samtidig er det svært at glitte og pudse den konkave overflade, selv om det kan gøres med mindre maskiner.

»Endelig er el-dåser og andre indstøbningsdele en udfordring. Det er ikke mange dele, man kan få krumme. Fx vil tre el-dåser ved siden af hinanden stikke ud af et krumt element«, siger Brian Knudsen.

Botilbuddet Enghuset i Gistrup ved Aalborg er et eksempel på rundt elementbyggeri, som arkitekt Kim Flensborg fra Arkitektfirmaet Nord fik årets Betonelement-Pris for. Bygningen er opført med krumme facadeelementer, som mindsker institutionspræget, fordi der ikke er lange, lige gange. Elementerne blev produceret hos Gandrup Element.

Rundt sparer energi

En anden rund bygning er Sydenergis ny hovedsæde i Esbjerg, der netop er taget i brug. Bygningen på 10.500 kvadratmeter er Danmarks største erhvervsbyggeri i passivhus standard, hvor den runde form er med til at spare energi ved at minimere overfladen i forhold til bygningens rumfang. Arkitekten er GGP Arkitekter A/S.

Forholdsvis tæt på motorvejen nord for Køge opfører Lejerbo for tiden det første af to cirkelhuse. Det første står færdigt til februar 2014 med 130 almennyttige boliger som lavenergibyggeri.

»Huset er ringformet for at opnå en skulpturel afslutning på en bebygget kile og for at skabe et skærmet gårdmiljø, der udelukker trafikstøjen. Bygningen er samtidig skåret skråt af mod syd for at udnytte solen maksimalt, få lys ind i gården og skabe

Fortsætter på side 22



Den runde form på Sydenergis ny hovedsæde i Esbjerg er med til at realisere visionen om et plusenergihus, fordi overfladen og dermed varmetabet minimeres i forhold til bygningens størrelse.



Fortsat fra side 21

udsigt fra lejlighederne», siger arkitekt Gert Simonsen fra BSAA Arkitekter, der har tegnet Cirkelhuset.

Altaner giver oval form

I den nordlige ende af Islands Brygge på Amager er Havneviggen ved at tage form. Et projekt med tre boligårne, rækkehuse og en kunstig vig.

Det første boligårn opføres nu. Det bliver på 16 etager og skal stå færdigt til sommeren 2014.

Boligtårnet er egentlig en korsformet bygning, hvor altanerne giver den ovale form.

»Altanerne har en fri form sammensat af bueslag og lineære stykker. Vi roterer mønstret 90 grader for hver etage og får

på den måde et organisk, rundt og levende udtryk, som skaber en bevægelse op gennem etagerne», siger arkitekt Glenn Elmbæk fra Arkitema, der har tegnet byggeriet for NCC.

På den måde får alle lejligheder også en stor, god altan med udsigt til tre af de fire verdenshjørner.

jbn



Cirkelhuset i Køge er skåret skråt af mod syd for at få maksimalt solindfald i gård og lejligheder.



Domus Axel i Fredericia har et rundt parkeringshus, hvor bilerne kan køre seks etager op som i et sneglehus. Elementerne er leveret af Spæncom.



Enghuset i Gistrup ved Aalborg er opført med krumme facadeelementer.



Boligtårnet i havnevigen skal i alt være på 16 etager. De særlige altanelementer giver den korsformede bygning et ovalt udseende.





TEMA | BETON MED FACON

Danske elementforme til hele verden



*Sommerlunds Maskin-
fabrik leverede forme
med udsparinger til
Metropolis' karakteri-
stiske arkitektur.*

Sommerlunds Maskinfabrik i Aabenraa sælger smedearbejde med dansk omkostningsniveau i både Østen og USA



rods en højere pris efterspørger markedet globalt danske forme til fremstilling af betonelementer fra Sommerlunds Maskinfabrik,

som ud over til Europa eksporterer til såvel Østen, USA og Rusland. Det gælder ikke mindst forme til forspændte elementer, som er Aabenraa-virksomhedens specialitet.

Dermed stanser virksomheden også et solidt hul i myten om, at danske virksomheder ikke kan konkurrere med udlandet, når det gælder produkter med forholdsvis meget manuelt arbejde. Langt den største del af Sommerlund Maskinfabriks produktion går til eksport, selv om produktionen stort set er håndarbejde.

»Egentlig laver vi ganske almindeligt smedearbejde – bare meget mere nøjagtigt. Det giver en kvalitet, som markedet gerne vil betale for«, fortæller direktør Kurt Brændekilde fra Sommerlunds Maskinfabrik.

Et eksempel er forme til en kunde i Tromsø i Nordnorge. Formene kunne også være købt i Finland, men virksomheden foretrak de danske forme, selv om prisen på transporten fra Danmark oversteg prisen på formene.

Større og mere komplekst

Byggeriets udvikling mærkes tydeligt på fabrikken. For ikke så mange år siden var en elementform typisk 3-4 meter bred og op til 12 meter lang. I dag er forme på 5 meter gange 50 meter ikke udsædvanligt. Den længste form, Sommerlunds har fremstillet, målte 102 meter i længden.

»Vi mærker også udviklingen i arkitekturen, hvor flere og flere af de kreative arkitekters spændende byggerier kræver specialelementer. Der er ingen tvivl om, at kundernes ønsker bliver vildere og vildere«, siger Kurt Brændekilde.

Et eksempel er det spektakulære højhus Metropolis på en halvø ud for Sluseholmen i København. Her leverede Sommerlunds Maskinfabrik forme med krumme udsparinger til de ovale vinduer, der præger bygningen.

Forme til den type projekter designes til det konkrete byggeri og skrottes bag-

efter, selv formene i princippet kan holde næsten evigt, hvis de behandles korrekt.

Spiraldæk i parkeringshus

Et andet eksempel er forme til dækelementer til et nyt, rundt parkeringshus til Glostrup Sygehus. E. Pihl & Søn A/S er totalentreprenør og begynder opførelsen i anden halvdel af 2013.

Dækelementerne er forspændte og med ribber som et TT-element. Men formen er som stykker af en lagkage med et centralt hul, så elementerne kan samles til en kørevej og parkeringspladser, der

spiraliserer op gennem bygningen. De enkelte elementer bliver 17 meter lange. Den indre bue er 0,6 meter og den udvendige 2,4 meter.

Denne konstruktion gør det samtidig muligt at udvide huset opad med yderligere parkeringspladser, hvis der bliver behov for det.

Sommerlunds Maskinfabrik udfører selv formenes elstyring og vibrations-system. I princippet er kundens opgave derfor blot at bolte formen fast i gulvet og tilslutte elstikket.

jbn



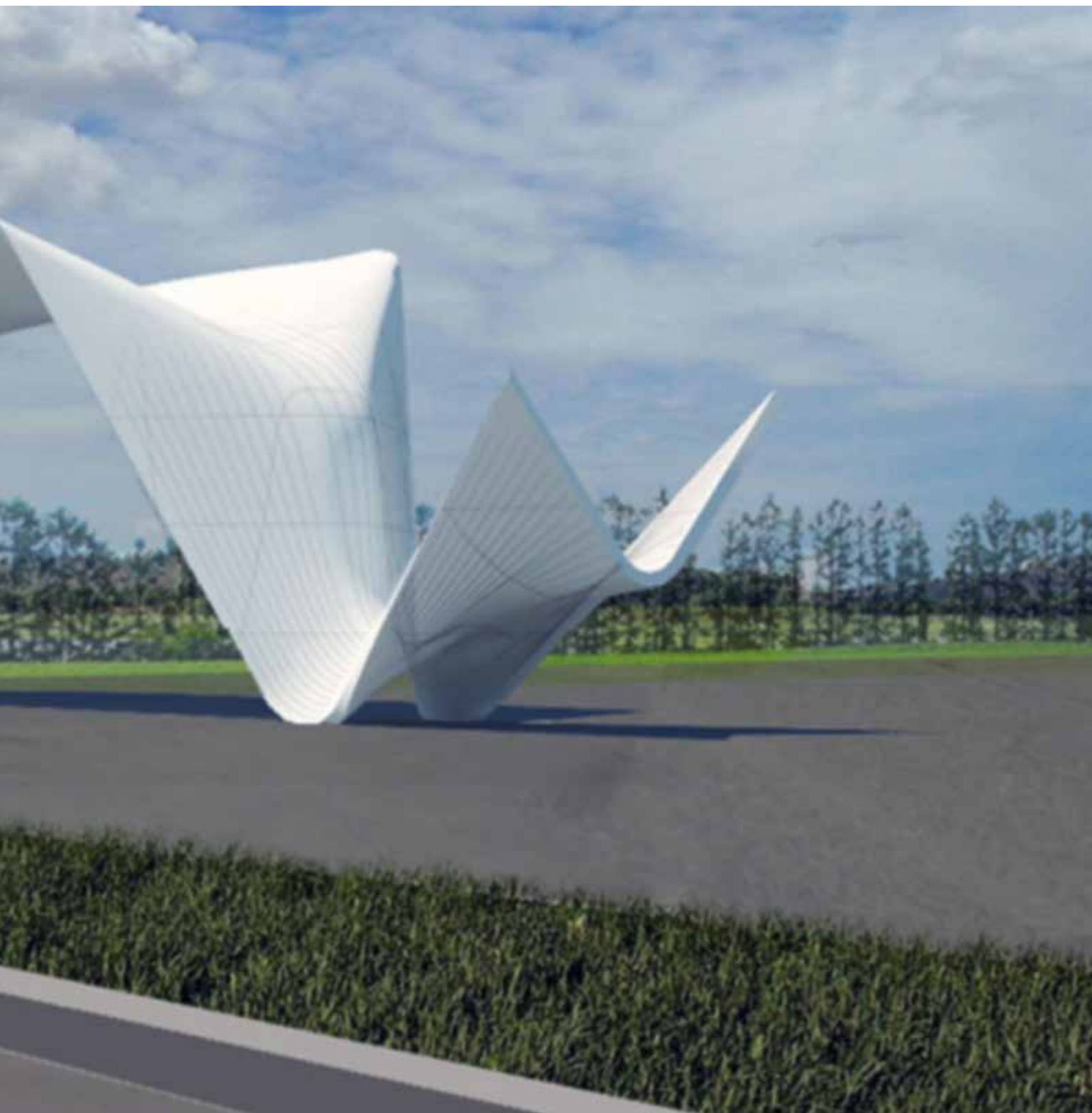
⬆ Stor nøjagtighed i smedearbejdet giver en kvalitet, som udlandet gerne vil betale for. Her fremstilles forme til tunnelementer.



Betonpavillonen måler seks gange tyve meter og er et demonstrationsprojekt i det europæiske forsknings- og udviklingsprojekt TailorCrete.

Svende

Unikabeton i bygningsstørrelse. En foldet og dobbeltkrum betonkonstruktion skal demonstrere nye produktionsteknologier i fuld skala.



stykket

Fortsætter på side 24



»Nu er vi i stand til at demonstrere automatiseret produktion af både armering og forskalling i fuld skala«, siger teamleder og arkitekt Thomas Juul Andersen fra Betoncentret på Teknologisk Institut.

FAKTA OM TAILORCRETE

Tailorcrete er et fireårigt forsknings- og udviklingsprogram, som medfinansieres af EU's 7. rammeprogram. Det samlede budget er på cirka 65 mio. kroner.

Projektets hovedformål er at udvikle og demonstrere industrialiseret produktion af unikke, skræddersyede betonkonstruktioner på en ny og omkostningseffektiv måde. Tailorcrete arbejder både med in-situ beton og betonelementer til såvel bærende som ikke-bærende konstruktioner.

Deltagerne er: Teknologisk Institut, Bekaert, Chalmers, Czech Technical University, DesignToProduction, Dragados, ETH Zürich, Gibotech A/S, Grace, Paschal Danmark A/S, Superpool, Unicon A/S og Syddansk Universitet.

let ved håndarbejde en dyr løsning,« understreger Thomas Juul Andersen.

Forme i EPS

Pavillonens vægge støbes i forme af EPS (polystyren; populært kaldet flamingo). Formene er fræset ud af EPS-blokke af en industrirobot, som får data direkte fra en 3D-model af det kommende bygningsværk.

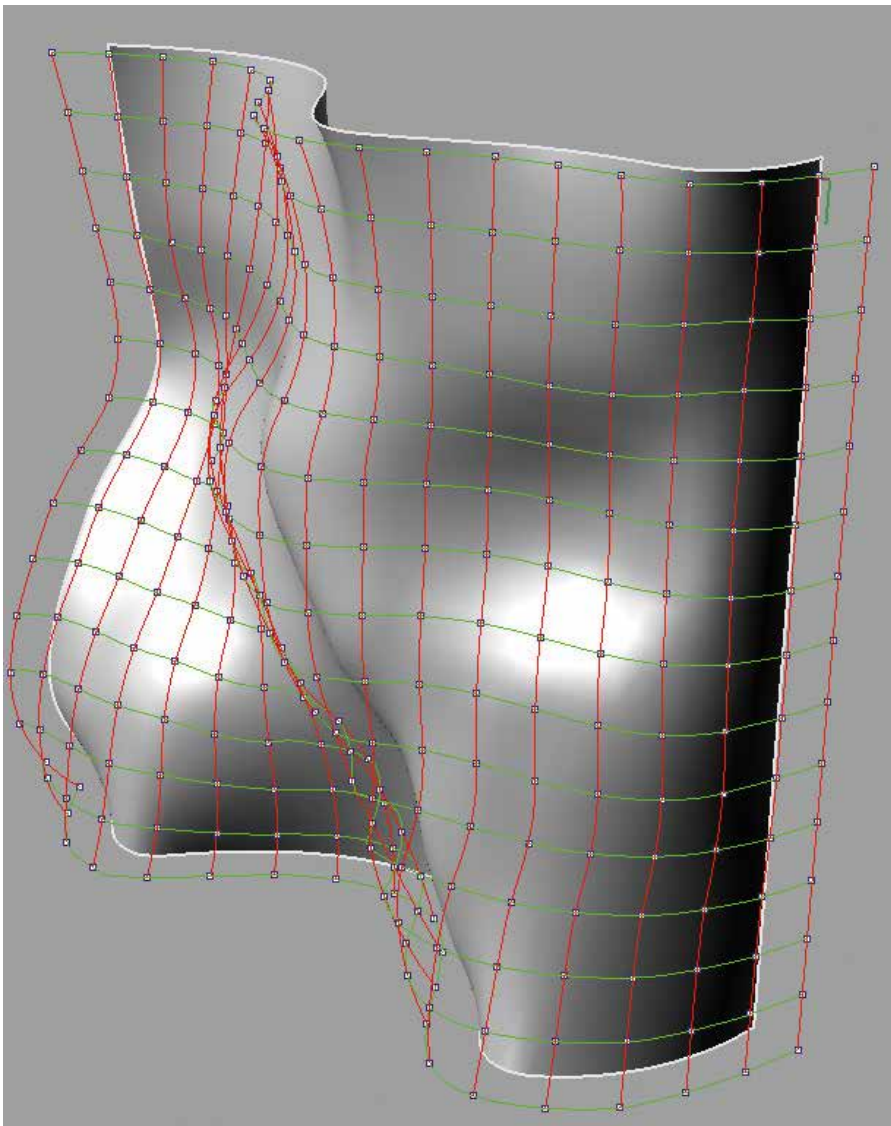
Teknikken er forbedret meget gennem de to udviklingsprojekter. Blandt andet er det lykkedes at nedsætte fræsetiden med en faktor seks, hvilket har stor betydning for økonomien. Det er også lykkedes at nedsætte forbruget af EPS væsentligt ved at arbejde med mindre moduler, der efterfølgende samles til den komplette form. Betonen er en specialudviklet SCC.

Samtidig har projektet fundet gode løsninger på en tidligere udfordring; at få betonen til nemt at slippe plastoverfladen.

Oprindeligt arbejdede Betoncentret bl.a. med at coate EPS-formen fx med epoxy. Det fungerer, men er ikke en bæredygtig løsning, fordi EPS'en så ikke kan genbruges. Den nyeste udvikling er en ganske tynd, fleksibel gummimembran, som betonen selv presser på plads i formen.

Gummimembranen giver en fin, glat overflade, og den slipper betonen let. Membranen kan genbruges til nye støbninger, og udtjente EPS-forme kan uden problemer sendes til genanvendelse, fordi de ikke er 'forurennet' med beton eller eksempelvis epoxycoating.

Fortsætter på side 26



⬆ **Robotproduktion af rumlige armeringsnet ud fra en 3D-model er den største udfordring, når det gælder industriel produktion af unikke betonkonstruktioner.**

S

eks års arbejde rettet mod at udvikle industrielle metoder til at fremstille unika-

beton kulminerer til efteråret i en betonpavillon, der opføres ved hjælp af nogle af de udviklede teknikker.

Pavillonen måler seks gange tyve meter og er seks meter høj. Den opføres hos forskallingsleverandøren Paschal Danmark i Aarhus. Byggeriet er et demonstrationsprojekt i det europæiske forsknings- og udviklingsprojekt TailorCrete, som har Betoncentret på Teknologisk Institut som overordnet koordinator og projektleder.

Formen indeholder masser af udfordringer til både forskalling og armering i form af meget slanke, dobbeltkrumme flader og foldninger. Ud over det er faconen vanskelig at beskrive med ord – nogle kalder den for 'hvalen' på

grund af den store krop og den kække 'hale'.

»Pavillonen viser, hvor meget der er sket siden 2007, hvor vi begyndte med projektet Unikabeton. Siden fulgte TailorCrete, og nu er vi så i stand til at demonstrere automatiseret produktion af både armering og forskalling i fuld skala«, siger teamleder og arkitekt Thomas Juul Andersen fra Betoncentret på Teknologisk Institut.

TailorCrete har samtidig haft betydeligt fokus på økonomien, så de nye produktionsmetoder er realistiske at anvende i byggeriet.

»Unikabeton vil altid være dyrere end standardbyggeri. Fx er produktionen af betonelementer meget optimeret. Men sammenlignet med andre måder til at nå det samme resultat mener jeg, at vi nu har et betydeligt billigere tilbud. Krum bræddeforskalling og armering fremstil-



Fortsat fra side 25

Bøjelige plader

Pavillonens dæk støbes med en anden teknik, der hedder 'Multi-edge formwork', og som er en videreudvikling af traditionel pladeforskalling.

Teknikken bygger på bøjelige forskallingsplader, der udsaves computerstyret og samles ved hjælp af et stilladssystem med justerbare teleskopstænger til en form. På den måde er det muligt at lave dobbeltkrumme forme.

Pavillonens dæk støbes med en traditionel sætmålsbeton.

Armering en stor udfordring

Armeringen til pavillonen er en betydelig udfordring på grund af krumninger, tæt armering og den slanke konstruktion, fastslår konsulent Lars Nyholm Thrane fra Betoncentret.

Faktisk er automatisk produktion af

rumlige armeringsnet ud fra en 3D-model måske den største udfordring for unikabeton overhovedet.

»Det er meget ambitiøst at lade en robot bukke og klippe kompliceret armering direkte fra tegninger. Det kræver ret avanceret software, og samtidig er der praktiske hensyn at tage. Fx er der en vis tilbageføring i armeringsstængerne ved bukning, og den skal der også være styr på«, siger Lars Nyholm Thrane, der på en gang er glad for udfordringen og spændt på opgaven.

Armering til pavillonen fremstilles med et system, som virksomheden Gibotech A/S i Odense, Syddansk Universitet og Teknologisk Instituts robotcenter har udviklet. En robot og særligt holdeværktøj kan bukke stængerne til et armeringsnet, der følger en given overflade næsten uanset hvor kompliceret den er. Den anvendte armering er sædvanlige stænger i Ø10 og Ø12.

EPS-formene til pavillonen fremstilles

i Taastrup, der indretter produktionsfaciliteter på pladsen uden for Betoncentret. Entreprenøren MT Højgaard begynder støbningerne i efteråret 2013 og er efter planen færdig til november.

jbn



Scan koden og se arkitekt og erhvervs-ph.d. Johannes Rauff Greisen fortælle om visionerne om robotbeton.

Du kan også se videoen på www.danskbeton.dk.



5 veje til unikke



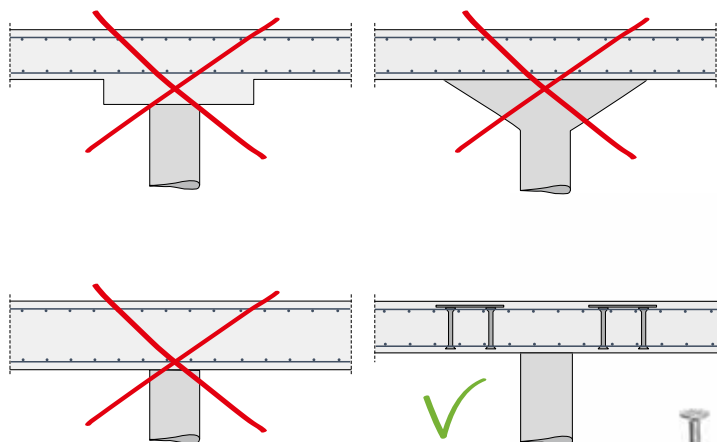
1

Robotstyret udfræsning af forme

En industrirobot med et fræsehoved kan fremstille unikke støbeforme ved udfræsning af materialer som polystyren (EPS). Betoncentret på Teknologisk Institut udvikler i samarbejde med en lang række partnere teknologien i projekter som Unika-beton og TailorCrete. Teknikken skal bruges i forbindelse med demonstrationsprojektet i Aarhus.



Arkitektskolen Aarhus har netop fået en industrirobot til udskæring af EPS med glødetråd.



- Opnå lavere dækkonstruktioner
- Kan benyttes til såvel gennemlokning som optagelse af forskydning
- Dimensioner PSB med Peikko Designer® – Hent det på peikko.dk
- Kapaciteter iht. EC2 med Danske NAD



www.peikko.dk

Peikko Group - Concrete Connections since 1965

betonkonstruktioner

2

Multi-edge Formwork

Betonen støbes på robotudskårne og bøjelige støbeplader af træ, der holdes fast på et stilladssystem med justerbare teleskopstænger. Teknologien gør det muligt at støbe dobbeltkrumme dækkonstruktioner. Paschal Danmark A/S arbejder med teknologien, der skal bruges i forbindelse med demonstrationsprojektet i Aarhus.

3

EPS udskåret med glødetråd

Unikke betonelementer kan støbes i forme, der ved hjælp af en robotstyret glødetråd bliver skåret ud af fx polystyrenblokke (EPS). Højteknologifonden støtter projektet BladeRunner, hvor Odico ApS videreudvikler teknologien sammen med elementfabrikken Confac, arkitektvirksomheden 3XN, Robotteknologi på Teknologisk Institut og DTU.

4

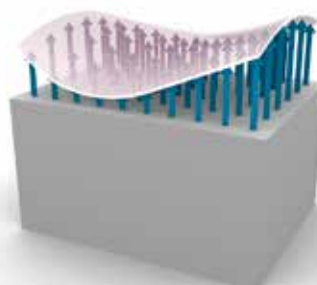
Voksforme

Unikke betonkonstruktioner kan støbes i forme af voks, der fremstilles ved hjælp af en indstillelig form. Voksen kan smeltes og genbruges efter betonstøbningen. Teknikken udvikles på ETH Zurich, som deltager i TailorCrete.

5

Adaptive forme

Dobbeltkrumme konstruktioner kan fremstilles ved hjælp af adaptive forme, hvor et antal computerstyrede aktuatorer indstiller en fleksibel membran i den ønskede form. Virksomheden Adapa ApS har fået støtte fra Højteknologifonden til at videreudvikle teknologien i samarbejde med Aalborg Universitet, Institut for Mekanik og produktion.



Adaptiv form. Illustration Adapa.



NY HÆDER TIL RABALDER PARKEN



Rabalder Parken i Roskilde – vinder af Bæredygtig Beton Prisen 2013 – er blandt de 60 finalister til INDEX: Award – verdens største designpris med præmiepenge på i alt 500.000 euro.

De 60 finalister bliver en del af en international udstilling,

der skal rejse verden rundt. Udstillingen åbner i Kongens Have i København den 30. august 2013. De fem vindere afsløres på Kulturværftet i Helsingør den 29. august 2013.

Tv-stationen CNN viser indslag om otte af finalistprojekterne, og her er Rabalder Parken udvalgt til at blive præsenteret.



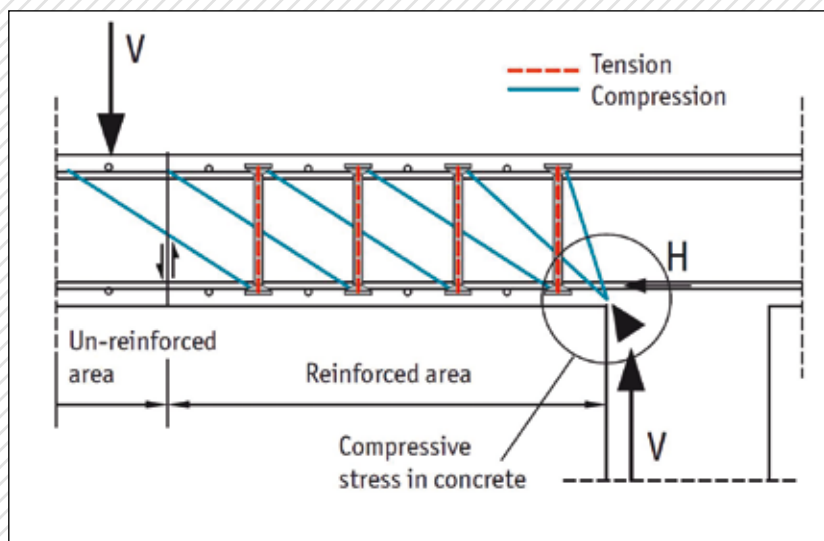
Særlig armering mod gennemlokning

»Vi kendte ikke den type gennemlokningsarmering på forhånd i NIRAS, selv om det bruges i udlandet. Faktisk hørte vi om den fra vores kolleger i Polen«, siger Søren Møberg fra NIRAS A/S om den gennemlokningsarmering fra Peikko, som bliver brugt i forbindelse byggeriet på Ceresgrunden i Aarhus.

Armeringen anvendes i forbindelse med en voldsom bundplade over en parkeringskælder. Bundpladen er op til 700 mm tyk med integrerede bjælker og hårdt armeret. Den skal bære op til seks etager, der opføres med et andet søjlemodul end i parkeringskælderen.

Derfor er der brug for meget armering for at undgå brud. Konkret viste det sig svært at finde plads til den traditionelle bøjlearmering til optagelse af forskydning i såvel bjælkekryds som i dækstrukturen.

Entreprenøren, A. Enggaard A/S, valgte derfor gennemlokningsarmeringen som den billigste løsning til at forhindre brud i dæk og bjælker ved at øge deres forskydningsbæreevne.



Princippet i gennemlokningsarmering. Illustration: Peikko.

jbn



anvendt i Aarhus



Gennemlokningsarmering som anvendt i Aarhus. Foto: Peikko.

VANDTÆTNING



- ▶ Cementbaseret
- ▶ Dybdevirkende
- ▶ Diffusionsåben
- ▶ På fugtig beton
- ▶ Fundamenter
- ▶ Kældervægge

Mulighed for sikre fleksible løsninger ved konstruktionssamlings

Vandex®

www.vandex.dk

tlf: 87 477 477 info@vandex.dk

DRIZORO®

Specialister i **vandtætning** af murværk og betonoverflader

Vores løsninger:

- ✓ **Forhindrer vandskader** og beskytter mod forurening
- ✓ Er **specialudviklede** til hårdt klima
- ✓ **Er lette at anvende** og 100% vedligeholdelsesfrie
- ✓ Lader betonen **ånde** og **modvirker fugtproblemer**
- ✓ Betyder **fremtidssikring** af dit byggeri



Nu også i Danmark

Drizoro har mere end 30 års international erfaring inden for renovering, beskyttelse og vandtætning af murværk og betonoverflader. Drizoros kvalitetsprodukter anvendes i dag på alle typer overflader verden over og yder maksimal beskyttelse imod forurening, smog og barske klimaer.

For yderligere oplysninger ring til Nordcoll A/S, Drizoro distributør i Danmark – tlf. **4915 0660**

DRIZORO®
Construction Products

Læs mere på www.drizoro.dk



PÅ ARBEJDE I BETONBRANCHEN:

Et behageligt arbejde med beton

Ole Hoff Kristensen har prøvet meget i sin tid i betonbranchen. Og selv om han er pensionist, vil han ikke holde op. I dag kører han med færdigbeton, og det er behageligt arbejde, mener han.

⬇ Tidligere har Ole Hoff Kristensen i en periode arbejdet med at støbe trafikværn.



Efter 40 år i betonbranchen og folkepension skulle man tro, at tiden var inde til at nyde pensionisttilværelsen for Ole Hoff Kristensen. Men nej, han møder troligt hos Wewers Beton A/S i Mørkøv, som han har gjort det siden 1990 - længe før Wewers købte fabrikken af Unicon i 2002.

I dag kører Ole Hoff Kristensen med færdigblandet beton som afløser. Et fredeligt og behageligt job, mener han. Ikke mindst på baggrund af, at han de første 15 år var operatør på akkord på en drillesyg maskine til belægningssten.

»Jeg kører lastbil, taler med folk på byggepladsen og styrer udlæggerbåndet. Det vil jeg kalde et nemt job, selv om arbejdsdagen godt kan blive på 13-14 timer, og det ikke er unormalt med 100 timer på fjorten dage. Det eneste lidt kedelige er at gøre bilen ren ved fyraften. Det tager en times tid«, siger Ole Hoff Kristensen, som også har arbejdet med at fremstille mere specielle produkter som vinkler og hjørner til kantsten samt trafikværn. Alt sammen med en høj grad af håndarbejde.

Ofte fungerer han også som en slags alt-mulig mand, når et eller andet brænder på.

»Jeg har været med til at lave udstillinger og tage maskiner ned. Det skyldes nok, at jeg ikke tager det så højtideligt. Jeg er altid klar til at give en hånd med på noget nyt. Jeg synes, det er vigtigt at være positiv. Så bliver man tilfreds og glad for tilværelsen«, siger Ole Hoff Kristensen.

Det daglige arbejde på fabrikken er frit og godt, mener han. Ledelsen ser man ikke så meget til, når alle blot passer deres opgaver. I alt er der 50-60 ansatte og en god, om end lidt drillende tone blandt kollegerne.

Mange på fabrikken har samme jagtinteresse som Ole Hoff Kristensen, der driver fritidslandbrug i Dianalund med gode jagtmuligheder – endda for kronvildt. Mange aftener tilbringes i naturen sammen med naboen og med riflen ved hånden.

»Jeg snakker faktisk en del jagt med kollegerne. Det er godt med en fælles interesse«, mener han.

Ud over sit eget landbrug, som i dag er uden dyr, hjælper Ole Hoff Kristensen en ældre dame på 90 med hendes landbrug – og så er han biavler.

Selv synes han ikke, aktivitetsniveauet er højt, for man kan nå meget, når bare man er positiv.



← Ole Hoff Kristensen kender fabrikken i Mørkøv ud og ind efter ansættelse siden 1990. Han ryger majspibe på arbejdet, fordi det ikke gør så meget, hvis man taber en majspibe.



FREMRAGENDE BETONARKITEKTUR:

Brutalistisk beton på vej mod fredning

Kun sjældent bliver bygninger fundet værdige til fredning, før de er 50 år gamle. Men det gælder ikke Kalundborghallerne fra 1977. I maj 2013 indledte Det Særlige Bygningssyn en fredning af de in-situ støbte bygninger i den tidstypiske stilart brutalisme.

Kalundborghallerne er karakteristisk eksempel på Friis & Moltkes markante betonbygninger fra slutningen af 1960'erne og 1970'erne, der også omfatter Hotel Lakolk på Rømø (1966), Entreprenørskolen i Ebeltoft (1969), Scanticon i Højbjerg (1969) og Skjoldhøj Kollegiet i Brabrand (1973).





Det særlige Bygningssyn fremhæver blandt andet 'anlæggets oprindelige materialeholdning, -bearbejdning og -detaljer, herunder oprettholdelsen af de rå, men omhyggeligt bearbejdede betonoverflader med støbte fliser og bræddeforskallede vægge, hvide stafferinger omkring vinduer og døre samt fritstående, cirkulære håndlister i metal'.

jbn



BRUTALE FAKTA

BYGHERRE:
Kalundborg Kommune

ARKITEKT:
Friis & Moltke

INGENIØR:
M. Folmer Andersen A/S

ENTREPRENØR:
Melchior & Voltelen A/S

OPFØRT:
1977





BETONVIDEN

Vindmølletårne af betonelementer tæt på gennembrud

Conelto ApS opfører nu et demonstrationstårn i Give med elementer af højstyrkebeton. Op til 200 meters højde er muligt med patenteret princip.

HØR MERE PÅ DANSK BETONFORENINGS TEMADAG

Conelto's vindmølletårne er et af emnerne på Dansk Betonforenings Temadag om 'spændende konstruktioner og nye betonløsninger', hvor nye sygehusbyggerier, spændende elementbyggerier, elementbroer og konstruktiv anvendelse af højstyrkebeton også er på dagsordenen.

Temadagen finder sted den 19. november 2013 på Hotel Legoland i Billund. Det endelige program foreligger ultimo september og kan ses på www.danskbetonforening.dk.



Virksomheden Conelto ApS opstiller nu et vindmøletårn af betonelementer for at demonstrere mulighederne i et nyt konstruktionsprincip med lavere omkostninger og kortere byggetid end ståltårne. Det sker i Give hos Conelto's søsterselskab Welcon A/S, der fremstiller ståltårne.

I første omgang er der tale om et forholdsvist lille tårn på 30 meter. Begrænsningen er mobilkranen. Systemet muliggør dog op til 200 meter høje tårne.

»Vi vil demonstrere princippet og afprøve den tilhørende montage metode«, siger Conelto's tekniske direktør, Jørgen

Hangel, der har opfundet systemet og patenteret et centralt opspændingssystem.

Tårnene opføres af ringformede betonelementer, der stables oven på hinanden ved hjælp af en maskine, der klatrer inde i tårnet, efterhånden som det skyder i højden. Ringene er op til fem meter i diameter og tre meter høje, så der skal eksempelvis bruges 40 ringe til et tårn på 120 meter. Jørgen Hangel forventer, at et modulsystem med otte forskellige elementer er tilstrækkeligt til at dække vindmøllefabrikanternes behov.

Efterspændt højstyrkebeton

Ringene har op til 1.000 huller i aksial retning til efterspændingskabler. Kablerne spændes op fra en kælder, der støbes samtidig med fundamentet. Efterspændingen sker sektionvis, så konstruktionen er stabil under opførelse.

Elementerne støbes af højstyrkebeton med en trykstyrke på op til 200 MPa.

»Men faktisk er trykstyrken ikke det vigtigste. Vi bruger højstyrkebeton for at opnå en stor stivhed i konstruktionen. Betonens E-modul er 70 GPa«, siger Jørgen Hangel.

Fortsætter på side 36

← *Systemet gør det muligt at opføre op til 200 meter høje vindmøletårne billigere end tårne af stål.
Illustration: Conelto.*





← Jørgen Hangel har arbejdet i cirka ni år med ideen, der i 2011 fik 18 mio. kroner i støtte fra Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) til videreudvikling, opstilling og demonstration af et vindmølleårn.

Store præcisionskrav

De første betonelementer skal støbes hos IBF i Ikast. Kravene til præcision er meget store, fordi elementerne samles med knasfuge uden sammenstøbning. Derfor er det også forholdsvis enkelt at nedtage et betontårn ved at skille det ad i enkeltelementer igen.

»Flere af de store vindmøllefabrikanter har vist betydelig interesse for betontårnene og givet væsentlige input til kravspecifikationerne«, siger Jørgen Hangel, der på sigt har en vision om et globalt marked for vindmølleårne af betonelementer fremstillet på et netværk af fabrikker.

Ikke mindst Sydamerika er et spændende marked, fordi lande som Brasilien satser meget på vindkraft samtidig med, at landet har en betydelig importtold på stål og stålkonstruktioner.

jbn

Fortsat fra side 35

Conelto har udviklet betonrecepten med hjælp fra DTU. Den er baseret på hvid cement, mikrosilica og granit – flere detaljer vil Jørgen Hangel ikke afsløre.

Fordelen ved de nye betontårne er først og fremmest prisen. Hvor prisen for ståltårne vokser dramatisk ved højder over 110 meter, vil betontårnene have en mere flad prisstigning.

Hertil kommer en kort montagetid, hvor målet er ned til et døgn, når fundament er støbt, og forholdsvis nem transport. Elementernes højde på tre meter betyder, at de uden vanskeligheder kan passere under alle motorvejsbroer i Danmark.

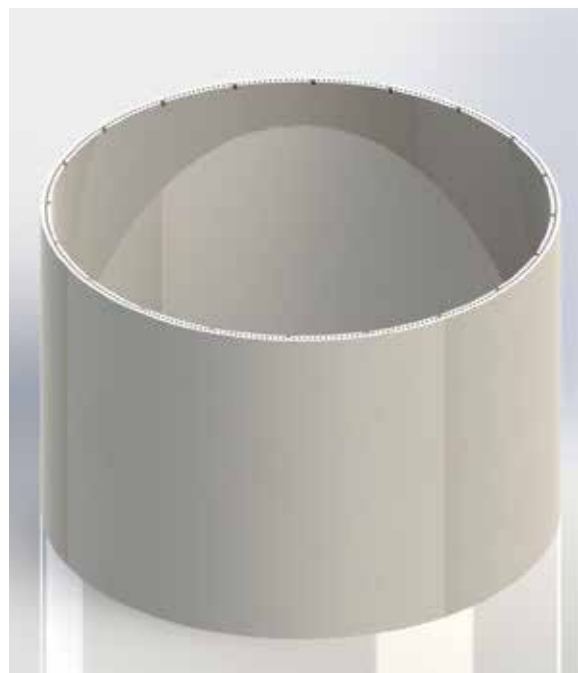
Støtte fra EUPD

Jørgen Hangel har arbejdet med ideen i cirka ni år. I 2009 blev Conelto etableret, og i 2011 fik virksomheden et stort skulderklap i form af 18 mio. kroner i støtte fra Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP) til videreudvikling, opstilling og demonstration af et vindmølleårn.

»Næste fase er at udføre udmattelsesforsøg på DTU«, siger Jørgen Hangel, der samarbejder med professorerne Henrik Stang og Linh Cao Hoang fra DTU og Rune Brincker fra Aarhus Universitet om såvel statiske som dynamiske forhold ved konstruktionen, som der ikke findes noget normgrundlag for.

Konstruktionen udnytter kun en lille del af betonens styrke, hvilket virker positivt på udmattelsen. Det betyder, at betontårnenes levetid er betydeligt længere end ståltårnes«, uddyber Jørgen Hangel.

↓ De ringformede elementer af højstyrkebeton har op til 1.000 huller til opspændingskabler. Illustration: Conelto.



Cements varmeudvikling

Kendskab til cements varmeudvikling i beton er en forudsætning for at kunne gennemføre temperatursimuleringer og vurderinger af styrkeudvikling, risiko for termorevner, frostsikkerhed mv. for en given betonkonstruktion.

Adiabatisk varmeudvikling – NT BUILD 388

Varmeudviklingen er blevet målt rutinemæssigt på Aalborg Portlands cementer i mere end 30 år.

Den benyttede målemetode har været adiabatisk kalorimetri, jf. en af de tre metoder, som blev beskrevet i NT BUILD 388 i starten af 90'erne.

Laboratoriet har to adiabatisk kalorimetre (figur 1), som har været benyttet til måling på mange forskellige recepter, men til karakterisering af cementernes varmeudvikling, er der i alle årene benyttet en fast referencerecept, jf. skema 1.

	kg/m ³
Cement	310
Vand (frit)	143
V/C-forhold	0,46
Kvartssand 0/4 mm	812
Søsten 4/8 mm	445
Søsten 8/16 mm	677

Skema 1. Referencerecept

Varmeudviklingen udtrykkes ved modellen:

$$Q(M) = Q_{\infty} * \exp(-(\tau_e / M)^{\alpha})$$

hvor M er modenheden i modenhedstimer, og hvor konstanterne Q_{∞} , τ_e og α fremgår af skema 2.

Varmeudviklingsparametre	RAPID cement	BASIS cement	LAVALKALI SULFATBEST. cement	AALBORG WHITE
Q_{∞} kJ / kg	364	347	302	365
τ_e m.-timer	13,1	11,8	15,4	13,2
α	1,02	1,21	0,89	1,18

Skema 2. Adiabatisk varmeudviklingsdata – gennemsnit for 2012 og første halvår 2013.

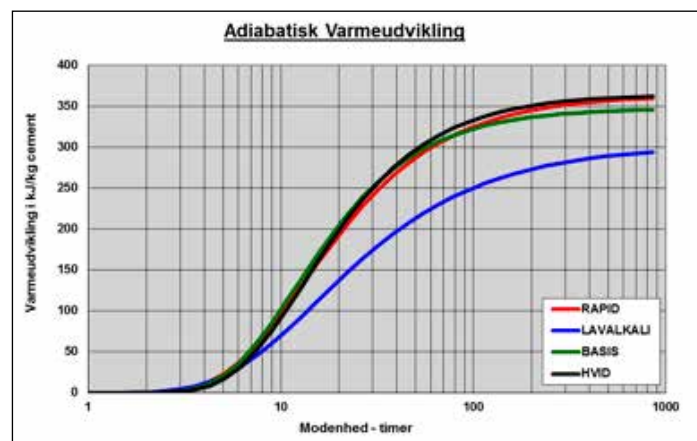
Varmeudviklingsforløbene fremgår endvidere af figur 2.

DS/EN 196-9 – metode til karakterisering af cements varmeudvikling

I slutningen af 1980'erne påbegyndte man et europæisk samarbejde med at udvikle / udvælge metoder til karakterisering af cements varmeudvikling.



Figur 1. Adiabatisk kalorimetre.



Figur 2. "Varmeudviklingsforløb bestemt ved adiabatisk kalorimetri - gennemsnit for 2012/2013".

De metoder, som var under overvejelse var forskellige varianter af adiabatisk kalorimetri og semi-adiabatisk kalorimetri samt en metode, som bygger på et helt andet princip - opløsningskalorimetri.

Kalorimetre baseret på isotherm ledningskalorimetri var på det tidspunkt forholdsvis kostbare, hvis nøjagtigheden skulle være tilstrækkelig god.

Dette samarbejde resulterede i, at der i 2003 blev udgivet to prøvningsstandarder baseret på to alternative metoder til karakterisering af cements varmeudvikling.

DS/EN 196-8, som er baseret på opløsningskalorimetri samt DS/EN 196-9, som er baseret på semi-adiabatisk kalorimetri – et

NYT FRA AALBORG PORTLAND

såkaldt Langavant kalorimeter. Semi-adiabatisk kalorimetri omtales undertiden også som hokasse kalorimetri.

De to metoder er ikke umiddelbart sammenlignelige.

DS/EN 196-8 giver kun ét resultat for hver prøve, som måles efter 7 døgn.

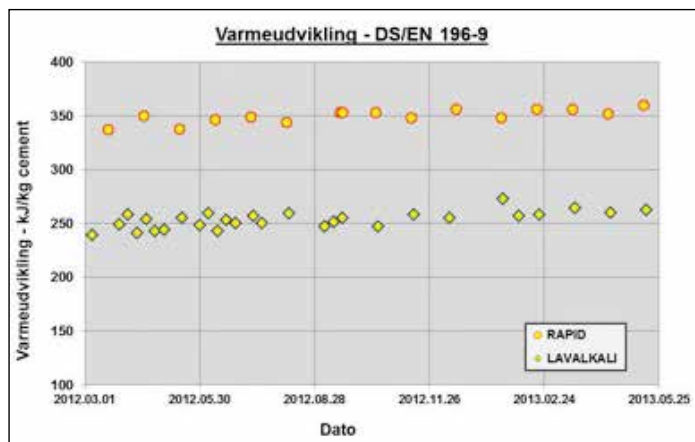
DS/EN 196-9 giver som udgangspunkt også kun ét resultat (efter 41 timer), men da der foretages en løbende registrering af tids-temperatur forløbet under målingen, er der mulighed for at beregne et varme-udviklingsforløb, som jo indeholder meget mere information end blot en enkelt værdi.

Metro Cityring projektet var det første danske projekt, hvor kravet til cementens varmeudvikling var knyttet til DS/EN 196-9, og var således anledningen til at Aalborg Portland anskaffede et semi-adiabatisk kalorimeter iht. denne standard (figur 3).



Figur 3. Semi-adiabatisk kalorimeter (aktiv og passiv målecelle), som beskrevet i DS/EN 196-9.

I figur 4 ses de resultater, som umiddelbart kommer ud af målingerne. For hver prøve er der kun ét resultat, varmeudviklingen efter 41 timer.



Figur 4. Varmeudvikling for RAPID og LAVALKALI – målt iht. DS/EN 196-9.

Som det fremgår, er metoden velegnet til at adskille cementer med høj og lav varmeudvikling – der er således næsten 100 kJ/kg forskel på LAVALKALI og RAPID cement.

Det skyldes til dels, at metoden ikke omfatter beregning af modenhed af temperaturforløbet, og modenheden efter 41 timer for en cement med høj varmeudvikling er væsentlig højere, end den er for en cement med lav varmeudvikling, f.eks. ca. 125 m.-timer for RAPID, mod ca. 90 m.-timer for LAVALKALI.

Målingerne foretages på samme standardmørtel, som benyttes til bestemmelse af cementens trykstyrke.

Alle materialer konditioneres før blanding ved 20 °C, og den varmeudvikling der sker under selve blandingen (typisk 20 - 25 kJ/kg cement) medregnes også i cementens varmeudvikling. Det meste af denne varmeudvikling skyldes de kemiske reaktioner mellem cement og vand, men der vil også være et lille bidrag fra blandemaskinens afsatte effekt under blandingen.

Ved adiabatisk (og semi-adiabatisk) kalorimetri anvendt på beton, vil den del af varmeudviklingen blot indgå som et bidrag til betonens starttemperatur, og for at kunne sammenligne de to metoder, skal dette bidrag derfor modregnes i resultaterne fra DS/EN 196-9.

Sammenligning mellem Adiabatisk kalorimetri og DS/EN 196-9

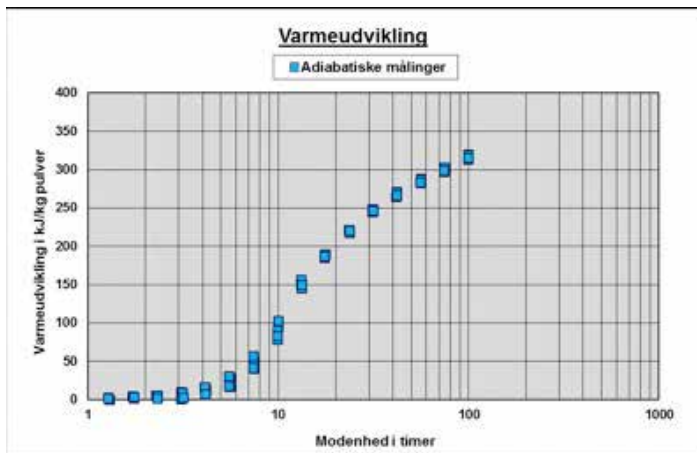
Under måleforløbet i DS/EN 106-9 registreres temperaturen løbende, og varmeudviklingen beregnes også løbende for hvert målepunkt. Selvom det eneste resultat, som rapporteres, er varmeudviklingen efter 41 timer, giver metoden derfor mulighed for at beregne varmeudviklingsforløbet som funktion af modenheden.

Ved anvendelse af adiabatisk kalorimetri hos Aalborg Portland, har vi gennem mange år benyttet en fast måleperiode på 300 m.-timer. Modellens parametre afhænger lidt af målingens varighed, hvilket er et udtryk for, at modellen ikke helt formår at beskrive virkeligheden.

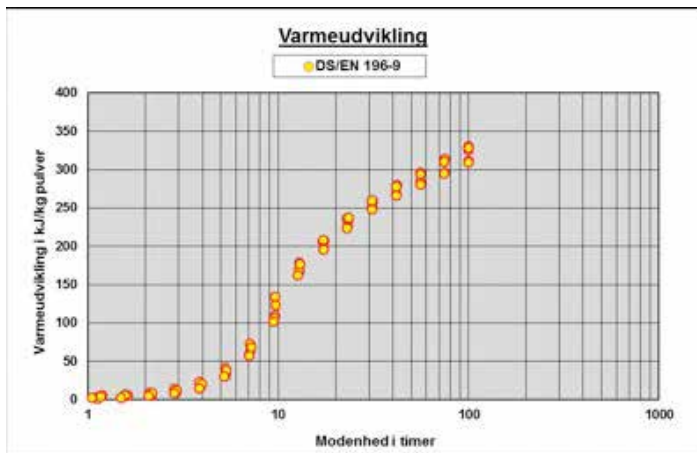
Måleperiodens længde ved DS/EN 196-9 er væsentlig kortere – typiske 100 – 130 m.-timer, så for at kunne sammenligne de to metoder, er måleresultaterne for såvel adiabatisk kalorimetri som for DS/EN 196-9 begrænset til 100 m.-timer i det følgende.

I figur 5 og 6 ses eksempler på måleresultater for 2 x 5 forskellige cementprøver udtaget i samme periode (ikke identiske prøver), og som det fremgår, er der rimelig overensstemmelse mellem de to metoder.

DS/EN 196-9 medfører tilsyneladende lidt større variation, samt tendens til at varmeudviklingen starter lidt hurtigere. De tre varmeudviklingsparametre kan på grundlag af målingerne fastlægges som vist i skema 3.



Figur 5. Varmeudvikling for RAPID ved adiabatisk kalorimetri – frem til 100 m.-timer.



Figur 6. Varmeudvikling for RAPID ved DS/EN 196-9 – frem til 100 m.-timer.

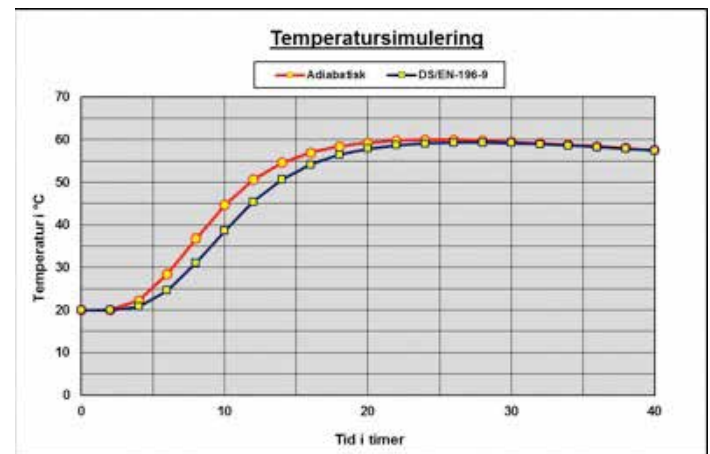
Varmeudviklingsparametre	Adiabatisk kalorimetri	DS/EN 196-9
Q_{∞} kJ / kg	328	332
τ_e m.-timer	11,7	10,0
α	1,31	1,23

Skema 3. Sammenligning mellem adiabatisk kalorimetri og DS/EN 196-9 for RAPID cement.

I figur 7 ses betydningen af disse forskelle ved simulering af en 1 m tyk væg udstøbt i en 32 mm træform ved 20 °C med en beton med 330 kg c/m³. Som det fremgår heraf, er der tale om marginale forskelle.

Tidsforskydningen på knap 2 timer er næppe udtryk for målefejl. Den pågældende blanding reagerer tilsyneladende hurtig-

gere end vores hidtidige referenceblanding, hvilket kan skyldes forskelle i blande effektivitet, eller i det benyttede sand (kimdannelse). Forholdene undersøges nærmere.



Figur 7. Temperatursimulering (max temperatur) baseret på varmeudvikling ved de to metoder.

Afsluttende vurdering

DS/EN 196-9 har en række fordele, herunder at målingerne foretages på en standardmørtel, som benyttes i hele EU. Målingerne kan derfor foretages i alle lande, uafhængig af nationale forskelle i materialer og betonteologiske principper.

Herudover er metoden væsentlig simplere, både mht. fremstilling af prøver og mht. vedligeholdelse af kalorimetre.

De foreløbige resultater tyder endvidere på, at metoden er ligeså velegnet til karakterisering af cements varmeudviklingsforløb, som den hidtil benyttede adiabatisk metode. Vi vil derfor arbejde hen mod at benytte DS/EN 196-9 i den løbende prøvning af vore cementer. Adiabatisk kalorimetri vil fortsat blive anvendt i forbindelse med prøvning af specifikke betonrecepter med puzolaner, tilsætningsstoffer etc.

Nu bor familien i betonhuset



Familien på fire er nu flyttet ind i betonhuset på den smukke naturgrund. Der mangler stadig en del færdiggørelse, men de første oplevelser har været positive, oplyser Kristian Johansen. Ingen har frosset, selv om den lange vinter knap have sluppet taget ved indflytningen, og vinduerne ikke var fugede endnu. Og i junis sommervarme har de indvendige betonkonstruktioner vist sig at give en perfekt kølighed.



FØLG MED I BYGGERIET

Trine Nielsen og Kristian Johansen bygger hus på en 2.800 kvadratmeter stor grund i Esbønderup Skovhuse nord for Hillerød. Her på Betonelement-Foreningens sider i Beton kan du følge opførelsen af betonhuset og familiens oplevelser som bygherre.

Nu ligger vejen åben for wirebokse



Elementerne samles med indstøbte wiresløjfer omkring en armeringsstang, hvorefter samlingen udstøbes med fugebeton.



Forsøgsopstilling på Ingeniørskolen Aarhus Universitet.

Ny Bulletin fra Betonelement-Foreningen skaber videngrundlag for brug af wirebokse i elementsamlinger på trods af Eurocode

Betonelement-Foreningen rydder nu vejen for brug af wirebokse til samling af betonelementer.

Det sker med BEF Bulletin 2 med titlen 'Wirebokse i elementsamlinger'. Bulletinen er udarbejdet civilingeniør Ph.d. Lars Z. Hansen fra Alectia A/S og bygger på forsøg med wirebokse udført ved Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet og Danmarks Tekniske Universitet.

Indstøbte wirebokse forenkler samlinger mellem betonelementer. Udfordringen er, at de anvendte wirer ikke opfylder duktilitetskravet til armeringen i Eurocoden for betonkonstruktioner, DS/EN 1992. Det betyder, at normen alene ikke giver grundlag for at opnå de praktiske fordele ved at bruge wirebokse i kraftoverførende samlinger.

»Formålet med bulletinen og de tilhørende rapporter er at dokumentere styrke og bæreevnen af samlinger med de wirebokse, der findes på det danske marked, for at skabe konsensus om anvendelse af wirebokse til elementsamlinger«, fortæller Lars Z. Hansen.

Bulletinen omhandler således relevante wirebokse produceret af Pfeiffer og Peikko, og den er underbygget af baggrundsrapporter, der beskriver forsøgene. Desuden behandles den teoretiske problemstilling om duktilitetskravet i en teknisk baggrundsrapport, der er udført af Lars German Hagsten fra Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet, Linh Cao Hoang fra DTU Byg og Henrik B. Jørgensen.

»Det har været en forholdsvis omfattende opgave og udarbejdelsen af bulletinen er forløbet over næsten to år«, siger Lars Z. Hansen.

BEF Bulletin 2 'Wirebokse i elementsamlinger' kan findes på www.bef.dk.

Nyt beregningsprogram for U-værdien af sandwichelementer

Fleksibelt og brugervenligt program har mange fordele i forhold til tidligere beregningsprogrammer

Med et nyt, brugervenligt regneprogram bliver det nu nemmere at designe sandwichelementer med de ønskede energiegenskaber. Programmet har mange fordele i forhold til BEFs tidligere beregningsprogram. Blandt andet kan det nu bruges på elementer med op til tre døre og fem vinduer.

Regneprogrammet er udviklet for Betonelement-Foreningen af civilingeniør Morten Kamuk Lemb Tafdrup sammen med civilingeniør Morten Vammen Vendelboe og ingeniørpraktikant Marie Rugholm Nielsen, alle fra Alectia.

Konkret er der tale om et Excel-ark, der på baggrund af detaljeret input om et sandwichelement kan beregne en samlet U-værdi for hele elementet. Lige til at anvende i beregningerne af bygningens energiramme.

»Vi har forsøgt at gøre programmet så fleksibelt og så brugervenligt som muligt. Blandt andet ser brugeren både elementet som opstalt og i snit. Alt vises og indtastes på én side«, siger Morten Kamuk Lemb Tafdrup.

Brugeren kan vælge beton og isoleringsmaterialer fra et bibliotek, men det er også muligt at lægge egne materialer ind. Programmet medregner også antallet af bindere, deres dimensioner og det anvendte materiale. Det samme gælder for ophængsbøjler.

»Vi har lagt værdier for de mest almindelige isoleringsmaterialer ind i programmet. Men det nemt at lægge flere materialer ind, hvis man vil prøve med mere eksotiske materialer«, siger Morten Kamuk Lemb Tafdrup og tilføjer:

»Vores mål er, at programmet skal kunne bruges af alle, der designer elementer i Danmark, og til alle sandwichelementer. Testbrugere har været tilfredse, men vi hører naturligvis gerne kommentarer fra nye brugere via Betonelement-Foreningen«.

Programmet kan hentes på Betonelement-Foreningens hjemmeside, www.bef.dk.



»Vores mål er, at programmet skal kunne bruges af alle, der designer elementer i Danmark, og til alle sandwichelementer«, siger Morten Kamuk Lemb Tafdrup fra Alectia.

U-VÆRDI

En bygningsdels U-værdi er et tal for, hvor meget varme, der trænger igennem bygningsdelen pr. kvadratmeter ved en temperaturforskel mellem inder- og yderside på 1 grad. U-værdien opgives i W/m²K. Jo bedre en bygningsdel isolerer, desto lavere er dens U-værdi.



ANDERS BRINCH SØRENSEN NYT MEDLEM AF BESTYRELSEN

Adm. direktør Anders Brinch Sørensen fra DS Elcobyg A/S er nyt medlem af Betonelement-Foreningens bestyrelse, hvor han erstatter René Kjærsgaard-Nielsen, der har forladt Spæncom.

»Jeg glæder mig til samarbejdet i bestyrelsen om at løse elementbranchens udfordringer. Ikke mindst finder jeg det vigtigt at skabe nye markeder for elementer og at øge markedsandelen på eksisterende markeder«, siger Anders Brinch Sørensen.

»Jeg lægger også vægt på BEF's indsats på områder af fælles, teknisk interesse som fx standarder og CE-mærkning, som det ikke er hensigtsmæssigt, at virksomhederne arbejder med hver for sig«, fortsætter han.

Anders Brinch Sørensen er uddannet som ingeniør fra Esbjerg Teknikum i 1989. Efter 12 års ansættelse i entreprenørbranchen kom han i 2002 til DS Elcobyg.

NYT MEDLEM AF TEKNISK UDVALG

Teknisk chef Peder Kristensen fra Ambercon i Røddekro er nyt medlem af Betonelement-Foreningens Tekniske Udvalg.

Peder Kristensen kom til Ambercon i 1998 fra en stilling som rådgivende ingeniør. Ingeniøruddannelsen fik han på Esbjerg Teknikum.

»Jeg glæder mig til at være med til at udvikle mulighederne for at bruge betonelementer til gavn for branchen«, siger Peder Kristensen, der også skal deltage i normarbejdet i standardiseringsudvalget S 1992.



DANSAND A/S – NYT INTERESSEMEDLEM I BEF

Dansand A/S er nu blevet interessemedlem i Betonelement-Foreningen for at komme i endnu tættere kontakt med den vigtige kundegruppe, som betonelementfabrikkerne udgør for virksomheden.

Sand er sand, tror mange måske. Men nej, siger Dansand, der producerer 320.000 tusind ton sand om året. Sandet tilpasses meget ofte den enkelte kunde eller den konkrete opgave.

»For eksempel lancerede vi forrige år Whitecast®, der er en særlig hvid kvartssand med dokumenteret hvidhed, der både giver en fordel i hvid beton og i farvet beton, hvor farven træder klarere frem. Vi har også Frilægningssand, der sikrer et godt resultat ved elementer med frilagt overflade«, fortæller produktchef Peter Svensen fra Dansand.

At Dansand satser på en stadig udvikling inden for tilslag til beton og mørtler ses også ved, at virksomheden har ansat Morten Grundvad som ansvarlig for kvalitet og produktudvikling. Morten har i mange år været ansat i betonbranchen.

Dansand producerer meget rent kvartssand med et kvartsinhold på over 99 procent. Det sker fra en 22 millioner år gammel aflejring i Brædstrup mellem Horsens og Silkeborg. 80 procent af produktionen bruges til beton herunder tørbeton, mørtler og klæb. Desuden leverer Dansand Danfugesand samt sand til fx golfbaner, ridebaner og idrætsanlæg.



MEDLEMSFORTEGNELSE

Betonelement-Foreningen
Postboks 2125 | 1015 København K
Telefon 72 16 02 68 | www.bef.dk

Ambercon A/S, Støvring
Ambercon A/S, Røddekro
A/S Boligbeton
A/S Midtjysk Betonvare- & Elementfabrik
Betonelement, Hobro
Betonelement, Esbjerg
Betonelement, Ringsted
Betonelement, Viby Sj.
Byggebjerg Beton A/S
Confac A/S
Contiga Tinglev A/S
Dalton
Dan-Element A/S
DS Elcobyg
EXPAN, Brørup
EXPAN, Sønderø
Fårup Betonindustri A/S
Gandrups Element
Give Elementfabrik A/S
Guldborgsund Elementfabrik A/S
Kähler A/S
Leth Beton A/S
Niss Sørensen & Søn a-s
Perstrup Beton Industri A/S
PL Beton A/S
Præfa-Byg v/O.J. Beton A/S
RC Betonvarer A/S
Spæncom A/S, Hedehusene
Spæncom A/S, Kolding
Spæncom A/S, Aalborg
Thisted-Fjerritslev Cementvarefabrik A/S
ØSB A/S

SAMARBEJDSPARTNERE OG INTERESSEMEDLEMMER

Aalborg Portland A/S
BASF Construction Chemicals Denmark A/S
Convi Aps
Dansand A/S
Ecoratio
Fosroc A/S
Gottfred Petersen A/S
Graphic Concrete
HALFEN GmbH
HauCon A/S
Jordahl & Pfeifer Byggeteknik A/S
Mapei Denmark A/S
Peikko Danmark
Pretec Danmark A/S
Saint-Gobain Weber A/S
Sika Danmark A/S
VBM Laboratoriet A/S

Der skal spares på energien på byggepladsen

Nye løsninger skal realisere ønsket om at holde byggeaktiviteterne i gang året rundt og samtidig undgå, at energiforbruget i byggeprocessen eksploderer.

Det er særligt vinterhalvåret, som er et dyrt bekendtskab for energiforbruget, når udstyr til opvarmning og udtørring tages i brug. I Bygningsreglementet (BR10) er der strikse krav til fugtniveauet i byggematerialer og det betyder ofte, at nyopførte og renoverede bygninger skal opvarmes og udtørres grundigt for at sikre et tilstrækkeligt lavt fugtniveau.

Fugthåndtering og det afledte forbrug tegner sig for op til 80 % af energiforbruget på byggepladser. Overslagsberegninger viser, at den energi, der bruges til udtørring under opførelsen, svarer til ca. tre års energiforbrug i bygningens driftsfase. Der er med andre ord plads til forbedringer og det tager et nyt udviklingsprojekt under ledelse af Teknologisk Institut nu fat på at gøre noget ved. Målet er at kunne stille de rigtige værktøjer til rådighed for byggeriet, så de mest energivenlige og effektive løsninger til fugtudtørring bliver valgt.

El-apparater sender forbruget på himmelflugt

Effektiv udtørring af byggematerialer er ifølge projektleder fra Byggeri og Anlæg på Teknologisk Institut, Thomas Juul Andersen, en essentiel del af byggeprocessen.

"Opvarmning- og udtørningsprocessen er vigtig, fordi den medvirker til, at byggematerialerne ikke bliver skadet under opførelsen. Risikoen for fugtproblemer, når bygningen tages i brug, bliver ligeledes minimeret og her tænker jeg særligt på risikoen for vækst

af skimmelsvampe. Vi lever i en verden, hvor byggetiden helst skal være så kort som muligt og det stiller store krav til en effektiv udtørningsproces", siger Thomas Juul Andersen.

For Thomas Juul Andersen er der ingen tvivl om, at der er behov for at spare på energien i byggefasen. Et netop afsluttet projekt for Energistyrelsen, udført af Teknologisk Institut, med beregninger fra flere byggeprojekter, viser, at energiforbruget på nationalt plan til fugthåndtering i byggeprocessen estimeres til at være ca. 572 GWh alene til nybyggeri.

"Langt hovedparten af energiforbruget går til el-forbrugende apparater, blandt andet på grund af kravet i bygningsreglementet om, at bygningen skal være tør ved aflevering. Det krav har været med til at øge behovet for udtørring under byggeprocessen", forklarer Thomas Juul Andersen.

Det er især betonkonstruktionerne, som kræver udtørring som følge af overskuds fugt og u hensigtsmæssig afskærmning for vejrliget under byggeprocessen, og her har nævnte projekt beregnet, at energiforbruget til udtørring kan reduceres med over 25 kWh pr. m² betonkonstruktion ved brug af selvudtørrende beton fremfor traditionel beton.

Gevinst for både branche og samfund

Der er gevinst at hente for flere af aktørerne i byggebranchen. For den professionelle bygherre vil en energibesparelse kunne være





Beton og (selv)udtørring

DET ER BETONENS OVERSKUDSVAND, SOM BETYDER, AT DER I BYGGEPROCESSEN MÅ AFSÆTTES MIDLER TIL UDTØRRING AF BETONKONSTRUKTIONERNE. SELV OM CEMENTEN OPTAGER VAND I HÆRDEFASEN, VIL EN TRADITIONEL BETON INDEHOLDE MERE VAND, END DER KAN OPTAGES, OG FOR AT UNDGÅ SENERE FUGTSKADER, SKAL DER FJERNES CA. 3 LITER VAND PR. M² VED EN BETONKONSTRUKTION MED EN TYKKELSE PÅ 10 CM.

ER FINDES FLERE METODER TIL UDTØRRING AF OVERSKUDSFUGT, HVORAF DE FLESTE ER BASERET PÅ EN KOMBINATION AF VARME OG VENTILATION, MEN EN ANDEN MULIGHED ER FRA START AT PROJEKTERE MED SELVUDTØRRENDE BETON, HVOR BETONEN FRA START KUN INDEHOLDER DEN MÆNGDE BLANDEVAND, DER ER NØDVENDIG FOR BETONENS HÆRDNING. SELVUDTØRRENDE BETON HAR ET V/C-FORHOLD PÅ 0,4 ELLER LAVERE, OG VIL VED HÆRDEPROCESSEN ALENE BRINGE DET FYSISKE VANDINDHOLD SÅ LANGT NED, AT DET NÆSTEN ER NOK TIL AT OPFYLDE ET TYPISK KRAV OM MAKS. 85 % RF I BETONKONSTRUKTIONENS MIDTE. DET BETYDER, AT DER KAN SKÆRES MÅNEDER AF UDTØRRINGSPERIODEN I FORHOLD TIL TRADITIONEL BETON, HVOR DER SOM NÆVNT VIL SKULLE FJERNES OVERSKUDSFUGT.

DEN NØDVENDIGE ENERGI TIL UDTØRRING VIL PGA. VANDS FORDAMPNINGSVARME MINDST KRÆVE ET ENERGIFORBRUG PÅ 5 KWH PR. M² BETONKONSTRUKTION. MEN DET VIL OFTE VÆRE LANGT HØJERE PGA. FORHOLDENE PÅ BYGGEPLADSEN OG DÅRLIG UDTØRRINGSSTRATEGI. EN ANDEN FORDEL VED SELVUDTØRRENDE BETON ER DEN MINDRE FØLSOMHED OVERFOR UHENSIGTSMÆSSIGT TILFØRT VAND I BETONENS TIDLIGE LEVETID, FX SOM FØLGE AF REGNPÅVIRKNING.

HÆRDEHASTIGHEDEN AF BETON AFHÆNGER BLANDT ANDET AF TEMPERATUREN, HVORFOR DET OGSÅ FOR SELVUDTØRRENDE BETON I VISSE PERIODER AF ÅRET VIL VÆRE NØDVENDIGT MED OPVARMNING AF RÅHUSET UNDER BYGGEPROCESSEN, MEN DA DER OGSÅ ER KRAV TIL PASSENDE ARBEJDSTEMPERATURER TIL HÅNDVÆRKERNE I RÅHUSET, VIL DETTE SJÆLDENT VÆRE EN MERUDGIFT I BYGGEREGNSKABET.

med til at reducere anlægsomkostningerne betydeligt. For entreprenører ligger der ligeledes et besparelsespotentiale på entreprisen ved den rette optimering af udtørningsprocessen.

Der er også en god gevinst at hente for samfundet, som netop har fokus på udvikling af nye energieffektive løsninger.

Derudover bidrager projektet til at styrke Danmarks position som internationalt foregangsland på energiområdet. "Igenennem historien har skrappe danske energikrav gentagne gange tvunget byggeriets parter til at finde nye teknologier og værktøjer, som fastholder en international førerposition, og som også gør, at danske virksomheder kan sælge knowhow uden for landets grænser. De løsninger vi forventer at finde frem til i projektet vil også kunne bidrage til netop at styrke vores virksomheders position både i og uden for Danmark", siger Thomas Juul Andersen.

Online-værktøj skal synliggøre potentialet

En af de vigtigste målsætninger i projektet er at udvikle et webbaseret værktøj til anvendelse i projekteringsfasen. Værktøjet skal være med til at sikre et minimalt energiforbrug til udtørring i forbindelse med konkrete byggeprojekter.

"Energiforbruget bliver estimeret ud fra brugerens indtastninger om bygningen og de valg, der træffes omkring fugthåndtering på byggepladsen" forklarer Thomas Juul Andersen og fortæller, at når brugeren får synliggjort den energimæssige betydning af konkrete

valg, så får brugeren bedre mulighed for at vælge energieffektive løsninger og dermed reducere energiforbruget til udtørring.

Værktøjet beregner også en såkaldt "Best Practice" og "Normal Practice", som er en middelværdi for energiforbruget til udtørring på danske byggepladser. Dermed er det muligt at "benchmarke" resultatet på en let forståelig skala. Værktøjet kan også anvendes af rådgivere som inspiration til formulering af udbudsmaterialet. Værktøjet vil være offentligt tilgængeligt efter projektafslutning og Teknologisk Instituts vil stå for driften og videreudvikling.

Projektdeltagere

Ud over Teknologisk Institut deltager Statens Byggeforskningsinstitut/Aalborg Universitet, MT Højgaard A/S, Skadeservice Danmark A/S og Dansk Byggeri i projektet.

Projektet er bevilget af Dansk Energi i forsknings- og udviklingsprogrammet ELFORSK for effektiv energianvendelse.

Se betaversion af det webbaserede værktøj her: <http://www.teknologisk.dk/beregning-af-energiforbrug-til-udtørring/32795>

Information

For yderligere oplysninger kontakt venligst

Projektleder Thomas Juul Andersen,
tlf. 72 20 21 57, tja@teknologisk.dk

DANSK BETONDAG 2013

Torsdag den 19. september og fredag den 20. september
på Helnan Marselis Hotel, Strandvejen 25, 8000 Aarhus C

PROGRAM

Torsdag den 19. september 2013

08:30 – 09:00 Registrering og kaffe

09:00 – 09:10 Velkomst og præsentation af dagens program
v/ Formand for DBF, Jørgen Schou

09:10 – 09:40 Stadsarkitektens visioner for Aarhus' fremtidige udvikling
v/ Stadsarkitekt Stephen D. Willacy, Aarhus Kommune
Stadsarkitekt, Stephen Willacy, åbner Dansk Betondag 2013 med et indlæg om Aarhus' mange igangværende projekter samt hans visioner for arkitekturen og bæredygtig byudvikling – frem mod år 2030.

09:40 – 10:10 Bestseller – Nyt kontordomicil på Aarhus Havn
v/ Lars Løkke Madsen, E. Pihl & Søn A/S
Erfaringer præsenteres fra udførelse af høje pladsstøbte vægge og omstøbte stålsøjler uden klamshuller med silkeglatte overflader, som ikke skal behandles efterfølgende.

10:10 – 10:40 Isbjørget
v/ Mikkel Frost, CEBRA a/s
Dette projekt er beviset på, at blot det er fantastisk og jordnært nok, kan virkelig god arkitektur overleve økonomisk krise. Hør hvordan en traditionel konstruktion gøres unik fx med en facade i terrazzo beton.

10:40 – 11:20 Pause

11:20 – 11:50 Renovering af boligbyggeri i Aarhus
v/ Kristian Buur, Rambøll
Med udgangspunkt i en renoveringssag fra Aarhus, ses der på beslutningsprocessen i forbindelse med renovering af et byggeri, eller om det bedre kan betale sig at rive det ned og bygge nyt. I indlægget demonstreres nyt simuleringværktøj til kommunale bygherrer.

11:50 – 12:30 TailorCrete – Hvad er det for en fisk?
v/ Niels Christian Lönow, MT Højgaard A/S og Johannes Rauff Greisen, Teknologisk Institut
TailorCrete er et internationalt forsknings- og udviklingsprojekt, som demonstrerer, at nye design- og fabrikationsprocesser, f.eks. til fremstilling af krum armering, kan anvendes i praksis. Præsentationen giver et indblik i de praktiske udfordringer ved demonstrationsprojektet "fisken".

12:30 – 13:45 Frokost

13:45 – 14:15 Højsolerede betonelementer til lavenergi byggeri
v/ Gunnar Hansen, Guldborgsund Elementfabrik A/S
I indlægget redegøres der for, hvordan skærpede energikrav

har været med til at påvirke udviklingen af fremtidens betonelementer. Både med fokus på arkitektur, logistik og produktionsmetode.

14:15 – 14:45 Udvikling af innovative betonelementer – Testhus på DTU
v/ Henrik Stang og Sanne Hansen, DTU Byg
I forbindelse med Connovate's udvikling af innovative betonelementer – som udnytter de spændende muligheder, der ligger i at kombinere højstyrkebeton med højeffektive isoleringsmaterialer – er der opført et testhus på DTU. Der fortælles om udviklingsarbejdets udfordringer, og hvordan de søges undersøgt og løst gennem undersøgelser på testhuset.

14:45 – 15:15 Bobledæk til Syddansk Universitet, Kolding Campus
v/ Carsten Olsen, Orbicon
Syddansk Universitets 14.000 m² nye byggeri i Kolding bliver en arkitektonisk perle. For at opfylde de arkitektoniske krav er der anvendt komplicerede in-situ støbte betonkonstruktioner. Kom og hør om, hvordan bobledæk beregnes, hør om de beregnede nedbøjninger svarer til de faktisk målte, og om andre specielle forhold ved bobledæk og de andre specielle konstruktioner i bygningen.

15:15 – 16:00 Pause

16:00 – 16:25 Broen over Izmit bugten nær Istanbul
v/ Kent J. Fuglsang, COWI A/S
Hængebroen over Izmit bugten bliver verdens 4. længste hængebro, når den står færdig i foråret 2016. Broen opføres i et af verdens mest jordskælvruede områder, og det stiller væsentlige krav til broens design og til den udsendte ingeniør på pladsen.

16:25 – 16:50 Nyt museum til Grauballemanden
v/ Niels Edeltøft, Henning Larsen Architects
Det nye Moesgaard Museum samler i én bevægelse alle udstillingsaktiviteter under samme tag. Det nye museum får en suveræn beliggenhed højt i Skåde Bakker syd for Aarhus og vil med sit skrånende taglandskab af græs, mos og blomster i stærke farver fremstå som et markant visuelt ikon, der er synligt helt ude fra havet.

16:50 – 17:00 Introduktion til fredagens ekskursion
v/ Jørgen Schou, Unicon A/S

17:00 Tak for i dag
v/ Formand for DBF, Jørgen Schou

19:00 – 19:30 Velkomstdrink

19:30 – Festmiddag

Fredag den 20. september 2013

EKSKURSION

Dagen starter med en rundtur på Aarhus Havn med stop ved Isbjerg og besøg på byggepladsen ved det kommende Navitas og Bestseller byggeri. Derefter kører vi til Paschal Danmarks hovedkontor, hvor TailorCrete's demoprojekt er placeret.

Til slut besøges byggepladsen ved Moesgaard Museum, hvorefter der vil være frokost på Restaurant Navigator i Marselis lystbådehavn.

HUSK som altid: Hjelm og sikkerhedssko.

Program:

- 09:00** Afgang med bus til rundtur på Aarhus Havn med kort stop ved Isbjerg
- 09:30** Besøg byggeplads ved Navitas og Bestseller
- 11:00** Besøg hos Pascal Danmark med TailorCrete's demoprojekt
- 11:45** Besøg byggeplads ved Moesgaard Museum
- 13:00** Frokost
- 14:15** Forventet ankomst til Helnan Marselis Hotel

Bemærk venligst at de anførte tidspunkter på ekskursionen er ca. tider, og at mindre ændringer i programmet kan forekomme.

Praktiske oplysninger

Priser: (Alle er inkl. moms)

Betondagen den 19. september 2013, inkl. udstilling, frokost, festmiddag og forfriskninger (eksklusive overnatning).

Medlemmer af DBF eller de nordiske betonforeninger (Medlem af arrangør) Kr. 2.795,-

Medlemmer af IDA, men ikke DBF (Medlem) Kr. 3.295,-

Medarbejdere ansat hos Firmamedlemmer, dog i henhold til IDA's regler (Firmamedlem) Kr. 2.795,-/kr. 5.295,-

Juniormedlemmer af DBF/IDA (Studiemedlem) Kr. 200,-

Studerende, der ikke er medlem af DBF/IDA (Ekstern studerende) Kr. 1.000,-

Ledige medlemmer af IDA (Ledig) Kr. 2.795,-

Seniormedlemmer af IDA Kr. 2.795,-

Øvrige deltagere, dog i henhold til IDA's regler (Ekstern) Kr. 3.295,-/kr. 5.295,-

Ekskursion den 20. september 2013, inkl. frokost og transport: Kr. 350,-

Deltagergebyr opkræves pr. faktura fra Ingeniørforeningen IDA.

Værelsesreservation:

Der er forhåndsbooket værelser på Helnan Marselis Hotel den 19.-20. september. For overnatning 18.-19. september er der et begrænset antal værelser til rådighed. Tildeling sker efter "først til mølle princippet".

Pris for et enkeltværelse inkl. morgenmad er 900,- pr. overnatning.

Overnatning afregnes af den enkelte deltager direkte med hotellet.

Mødested:

Dansk Betondag 2013 afholdes på

Helnan Marselis Hotel,

Strandvejen 25,

8000 Aarhus C.

Tel. (+45) 86 14 44 11.

E-mail: marselis@helnan.dk

Tilmelding:

Sidste frist for tilmelding er 28. august 2013.

Tilmelding sker på ida.dk/event/307490

Kontaktperson: Gitte Halling, 33 18 97 00 eller gh@ida.dk

UDSTILLERE:

 Aalborg Portland A/S
 Alsiano A/S
 BASF A/S
 Christiansen & Essenbæk A/S
 COWI A/S
 CRH Concrete A/S
 Dansk Beton
 dankalk K/S
 DK Beton A/S
 Eminent A/S
 Fischer a/s
 Force Technology
 Fosroc A/S
 Haucon A/S
 Hilti Danmark A/S
 Mapei Danmark A/S
 MT Højgaard A/S
 Peikko Danmark
 Pro tex A/S
 Rambøll Danmark A/S
 Sika Danmark A/S
 SKAKO Concrete A/S
 STO Danmark A/S
 Unicon A/S
 Teknologisk Institut
 Teqton



GÅ-HJEM MØDER

03.10.2013 // 15.00-18.00

AKR-SKADEDE BROER

Ingeniørhuset, Kalvebod Brygge

06.11.2013 // 15.00-18.00

DET DIGITALE BYGGERI

Ingeniørhuset, Kalvebod Brygge

03.12.2013 // 15.00-18.00

HYDRAULISK BUNDNE BÆRELAG

Ingeniørhuset, Kalvebod Brygge

Efteråret 2013

BETON I PRAKSIS OG BROBYGNING

Aalborg og Odense

I løbet af efteråret forventes desuden arrangeret en række faglige firmabesøg hos Dansk Betonforenings firmamedlemmer.

HELDAGSARRANGEMENTER

Torsdag den 19. september og fredag den 20. september

DANSK BETONDAG 2013

Sted: *Helnan Marselis Hotel i Aarhus*

Se omtale på de forrige sider.

Tirsdag den 19. november 2013

TEMADAG 2013:

"SPÆNDENDE KONSTRUKTIONER OG NYE LØSNINGER"

Sted: *Hotel Legoland i Billund*

Dagens emner vil blandt andet omhandle betonteknologiske aspekter omkring de nye sygehusbyggerier, spændende elementbyggerier, konstruktiv anvendelse af højstyrkebeton og stålfibre samt vindmøletårne i beton.

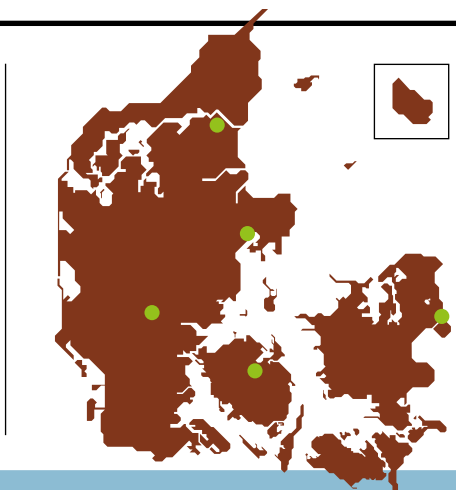
Program for temadagen forventes at foreligge ultimo september og kan da ses på www.ida.dk/arrangementer og www.danskbetonforening.dk.

MØDETILMELDING

Alle møder kræver tilmelding senest ugedagen før mødet.

Tilmeld dig på www.ida.dk/arrangementer eller ring på tlf. 33 18 48 18. Husk du skal være logget på hjemmesiden, inden du kan tilmelde dig. Er du ikke registreret som bruger af IDA.dk, klik på "ny bruger" og følg anvisningerne.

Har du spørgsmål, kan du kontakte Gitte Halling på gh@ida.dk eller tlf. 33 18 97 00



DANSK BETONFORENING

Dansk Betonforening er Danmarks førende, største og mest bredt favnende faglige netværk for alle, der arbejder med beton. Medlemmerne omfatter rådgivende ingeniører, arkitekter, entreprenører, bygherrer, videncentre, leverandører til betonbranchen samt producenter af fabriksbeton, betonvarer og betonelementer. Dansk Betonforening er et fagteknisk selskab under Ingeniørforening IDA.

Læs mere på www.danskbetonforening.dk.